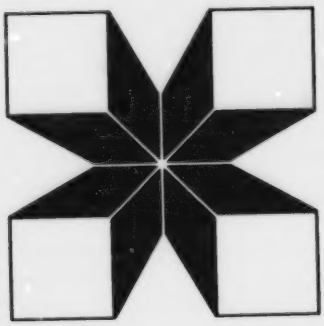
IDRC
CRDI
CIID



CANADA

PLANTES-RACINES TROPICALES : LES PLANTES-RACINES ET LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

COMPTE RENDU DU TROISIÈME SYMPOSIUM TRIENNAL DE LA SOCIÉTÉ INTERNATIONALE POUR LES PLANTES-RACINES TROPICALES — DIRECTION AFRIQUE, DU 17 AU 23 AOÛT 1986, OWERRI, NIGÉRIA

The International Development Research Centre is a public corporation created by the Parliament of Canada in 1970 to support research designed to adapt science and technology to the needs of developing countries. The Centre's activity is concentrated in six sectors: agriculture, food and nutrition sciences; health sciences; information sciences; social sciences; earth and engineering sciences; and communications. IDRC is financed solely by the Parliament of Canada; its policies, however, are set by an international Board of Governors. The Centre's headquarters are in Ottawa, Canada. Regional offices are located in Africa, Asia, Latin America, and the Middle East.

Le Centre de recherches pour le développement international, société publique créée en 1970 par une loi du Parlement canadien, a pour mission d'appuyer des recherches visant à adapter la science et la technologie aux besoins des pays en développement; il concentre son activité dans six secteurs : agriculture, alimentation et nutrition; information; santé; sciences sociales; sciences de la terre et du génie et communications. Le CRDI est financé entièrement par le Parlement canadien, mais c'est un Conseil des gouverneurs international qui en détermine l'orientation et les politiques. Établi à Ottawa (Canada), il a des bureaux régionaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et au Moyen-Orient.

El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo es una corporación pública creada en 1970 por el Parlamento de Canadá con el objeto de apoyar la investigación destinada a adaptar la ciencia y la tecnología a las necesidades de los países en desarrollo. Su actividad se concentra en seis sectores: ciencias agrícolas, alimentos y nutrición; ciencias de la salud; ciencias de la información; ciencias sociales; ciencias de la tierra e ingeniería; y comunicaciones. El Centro es financiado exclusivamente por el Parlamento de Canadá; sin embargo, sus políticas son trazadas por un Consejo de Gobernadores de carácter internacional. La sede del Centro está en Ottawa, Canadá, y sus oficinas regionales en América Latina, Africa, Asia y el Medio Oriente.

This series includes meeting documents, internal reports, and preliminary technical documents that may later form the basis of a formal publication. A Manuscript Report is given a small distribution to a highly specialized audience.

La présente série est réservée aux documents issus de colloques, aux rapports internes et aux documents techniques susceptibles d'être publiés plus tard dans une série de publications plus soignées. D'un tirage restreint, le rapport manuscrit est destiné à un public très spécialisé.

Esta serie incluye ponencias de reuniones, informes internos y documentos técnicos que pueden posteriormente conformar la base de una publicación formal. El informe escrito distribuido limitado entre una audiencia altamente especializada.

91-05037/

IDRC-MR273f
Mars 1991

PLANTES-RACINES TROPICALES : LES PLANTES-RACINES ET LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

Compte rendu du troisième symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, du 17 au 23 août 1986, Owerri, Nigéria

RÉDACTEURS :
E.R. TERRY, M.O. AKORODA ET O.B. ARENE

© Centre de recherches pour le développement international 1991

La Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique a été fondée en 1978 pour encourager la recherche, la production et l'utilisation des plantes-racines en Afrique et dans les îles voisines. Son action s'étend à la formation et à la vulgarisation, à l'organisation de réunions et de colloques, à l'échange de matériel génétique et à l'établissement d'un réseau de personnes intéressées à ce domaine. Le siège de la Société est à Ibadan (Nigéria), à l'Institut international d'agriculture tropicale; son conseil de direction est formé d'éminents spécialistes des plantes-racines attachés aux programmes nationaux en Afrique.

Les opinions émises dans la présente publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Centre de recherches pour le développement international.
La mention d'une marque déposée ne constitue pas une sanction du produit;
elle ne sert qu'à informer le lecteur.

RÉSUMÉ

Le troisième symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique a porté sur «Les plantes-racines et la crise alimentaire en Afrique». Le présent ouvrage contient, en entier ou en abrégé, les 64 exposés présentés et commentés lors du symposium. Parmi les plantes-racines étudiées et les sujets abordés, mentionnons le manioc, l'igname, la patate douce, les taros et autres plantes-racines de moindre importance, la sélection et l'agronomie, la protection des plantes-racines, les techniques post-récoltes et la socioéconomie de la production et de l'utilisation de ces plantes. Les communications ont, dans l'ensemble, souligné qu'avec de nouvelles techniques éprouvées et de bonnes méthodes de gestion, les plantes-racines peuvent contribuer de façon importante à réduire la crise alimentaire en Afrique.

ABSTRACT

The theme of the third triennial symposium of the International Society for Tropical Root Crops — Africa Branch was "Root crops and the African food crisis." This publication contains the 64 papers, in full or abstract form, that were presented and discussed at the symposium. The root crops studied included cassava, yam, sweet potato, cocoyam, and other minor root crops, and the topics of the papers included breeding and agronomy, protection, postharvest technology, and socioeconomics of production and utilization. Overall, the papers indicated that, with proven new technologies and management practices, root crops can play a major role in alleviating the African food crisis.

RESUMEN

El tercer simposio trienal de la Sociedad Internacional de Raíces Tropicales — Sección Africana, tuvo come tema "Los tubérculos y la crisis alimentaria en Africa". Esta publicación contiene las 64 ponencias, tanto en la versión íntegra como los resúmenes, que fueron presentadas y discutidas en dicho simposio. Se estudiaron tubérculos como la yuca, el ñame, la batata, la papa, el cocoñame y otros de menor importancia. Las ponencias versaron sobre temas como fitomejoramiento y agronomía, protección de cosechas, tecnología postcosecha y aspectos socioeconómicos de la producción y utilización. En términos generales, las ponencias coincidieron en que, con nuevas tecnologías y prácticas de manejo adecuadas, los tubérculos puden desempeñar un papel importante para mitigar la crisis alimentaria en Africa.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos x

Allocutions

Allocution du ministre **Emmanuel U. Emovon** 2

Allocution de bienvenue **L.S.O. Ene** 4

Allocution d'ouverture **Ebitu Ukiwe** 6

Allocution thématique : le rôle des plantes-racines et des tubercules dans la crise alimentaire en Afrique **Bede N. Okigbo** 10

Recommandations de clôture 26

Sélection et culture du manioc

Le manioc et la crise alimentaire en Afrique **S.K. Hahn, N.M. Mahungu, J.A. Otoo, M.A.M. Msabaha, N.B. Lutaladio et M.T. Dahniya** 28

Évaluation des sources et des doses d'engrais azotés pour les cultures intercalaires de manioc–maïs **B.O. Njoku et S.O. Odurukwe** 36

Résumés

Accroissement de la productivité des cultures intercalaires de manioc–maïs au moyen de l'arachide (*Apios hypogea*) **J.E.G. Ikeorgu et S.O. Odurukwe** 42

Effet sur les rendements de la date d'introduction du manioc dans les cultures de maïs **H.C. Ezumah et J.E.G. Ikeorgu** 42

Effet de la date de rabattage des tiges de manioc sur le rendement et la qualité des tubercules **A. Udealor et F.O.C. Ezedinma** 43

Rendement des clones de manioc améliorés sur les sols sableux et latéritiques des basses terres du sud du Cameroun **J.M. Ngeve** 43

Effet de la densité de peuplement sur le rendement et les composantes du rendement du manioc au Malawi **R.F. Nembozanga Sauti** 43

Amélioration du manioc (*Manihot esculenta*) au moyen de la culture in vitro **J. Mabanza** 44

Sélection et culture de l'igname

L'igname et la crise alimentaire en Afrique **O.O. Okoli et I.C. Onwueme** 46

Effets du type de paillis et de la densité de plantation sur la croissance, le développement et le rendement de mini-semenceaux d'igname guinée **D.S.O. Osiru, S.K. Hahn et R. Lal** 53

Bourgeons axillaires et multiplication végétative de *Dioscorea* **F.I.O. Nwoke** 59

Rôle de la photopériode dans la tubérisation de mini-semenceaux de *Dioscorea rotundata* dans les conditions de Nsukka **C.E.A. Okezie** 65

Obstacles à la production de l'igname au Bénin **Y.M. Gbedolo** 71

Résumés

Indice de récolte des ignames alimentaires et ses incidences sur l'amélioration du rendement en tubercules **M.O. Akoroda** 76

Méthodes traditionnelles de récolte de l'igname dans la savane soudanaise du Cameroun **H.J. Pfeiffer et S.N. Lyonga** 76

Inhibition de la germination par l'acide gibbérellique (GA_3) pour la conservation des ignames de semence et de consommation **N. Igwilo, E.N. Ada Mbanaso, G.O.C. Onyia et U.G. Atu** 77

Effet de la profondeur de plantation et de l'orientation des mini-semenceaux mis en terre sur la production d'ignames de semence **A.M. Enyinnaya, M.C. Igbokwe et A.O. Nwankiti** 77

Effet du type de fragment de tubercule sur la performance des ignames cultivées à partir de mini-semenceaux **M.C. Igbokwe, B.C. Onaku et F.A. Opara** 78

Dose et époque optimales de fertilisation de cultures intercalaires d'igname–maïs–manioc **F.N. Nnoke, R.P.A. Unamma, L.S.O. Ene et S.O. Odurukwe** 78

Effets de différents lits de germination et poids des semenceaux sur l'héritabilité du rendement en tubercules par plant et les composantes du rendement en igname guinée (*Dioscorea rotundata*) **U.U. Ebong** 78

Sélection et culture de la patate douce et de la pomme de terre

La patate douce et la crise alimentaire en Afrique **M.N. Alvarez** 82

Effets du paillage sur les rendements en saison sèche de 10 variétés de pommes de terre cultivées sur le plateau de Jos, au Nigéria **O.P. Ifenkwe et D.D. Tong** 88

Effets de la densité de plantation sur les rendements en patates douces au Cameroun **J.T. Ambe et S.N. Lyonga** 92

Sélection de clones non sucrés de patate douce dans la collection de plasmas germinatifs de l'IITA **A.M. Almazan** 95

Résumés

Effets de la durée d'entreposage des pommes de terre de semence sur la performance ultérieure au champ de cultivars de *Solanum tuberosum* sur le plateau de Jos, au Nigéria **J.C. Okonkwo, H.N. Nwokocha et D.D. Tong** 99

Effets de la vitesse de maturation de cultivars de pomme de terre et des densités de plantation sur les rendements en grain et en tubercules de cultures intercalées de maïs–pomme de terre sur le plateau de Jos, au Nigéria **J.C. Okonkwo, O.P. Ifenkwe et S.O. Odurukwe** 99

Variabilité des teneurs en certains éléments nutritifs de cultivars de patate douce **U.J. Ukpabi, B.C. Ijioma, C.R.A. Ogbuehi et B.C. Odie** 100

Effets de l'application de chaux et d'engrais composés (N–P–K) sur la patate douce cultivée en début et en fin de saison à Port Harcourt, Nigéria **T.A.T. Wahua et G.C. Ordu** 100

Nombres les plus probables de bactéries fixatrices d'azote associées aux racines de patate douce **W.A. Hill, S.K. Hahn et K. Mulongoy** 100

Influence du phosphore et de la mycorhization sur le taux de croissance de la patate douce **K. Mulongoy, A. Callens et J.A. Okogun** 101

Effets des sources d'éléments nutritifs organiques et inorganiques sur les rendements globaux et individuels en pommes de terre sur le plateau de Jos, au Nigéria **O.P. Ifenkwe, J.C. Okonkwo, H.N. Nwokocha et J.C. Njoku** 101

Méthodes d'épandage d'engrais dans les champs de patate douce (*Ipomoea batatas*) **S.C.O. Nwinyi** 102

Relations source–puits chez la patate douce (*Ipomoea batatas*) **J.C. Bouwkamp et M.N.M. Hassam** 102

Sélection et culture des taros et d'autres plantes-racines de moindre importance

Les taros et la crise alimentaire en Afrique **S.N. Lyonga et S. Nzietchueng** 104

Recherches sur le gingembre au Nigéria **O.B. Arene, G.C. Orkwor et P.A. Okwuowulu** 111

Résumés

Effets de la grosseur et de l'origine des semenceaux et de la densité de plantation sur la productivité des taros **A. Udealor et O.B. Arene** 117

Trois nouvelles maladies du taro en Tanzanie **J.M. Teri, M.E.R. Sijaona et H.M.A. Magembe** 117

Effets de la récolte des feuilles et de l'espacement sur le rendement en *Xanthosoma sagittifolium* et *Colocasia esculenta* **O. Safo-Kantanka** 117

Protection des plantes-racines

Lutte biologique contre la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) avec le parasitoïde exotique, *Epidinocarsis lopezi* **P. Neuenschwander, W.N.O. Hammond et H.R. Herren** 120

Effets des méthodes culturales sur la mosaïque africaine du manioc et son vecteur, *Bemisia tabaci* **G.W. Otim-Nape et D. Ingoot** 128

Stratégies de sélection de variétés résistantes aux principales maladies du Programme national manioc (PRONAM) du Zaïre **A. Muimba-Kankolongo, G. Muyolo, N.M. Mahungu et S.J. Pandey** 133

Méthode d'inoculation in vitro du manioc pour la sélection de cultivars résistants à l'anthracnose **P. van der Bruggen, H. Maraite et S.K. Hahn** 139

Résumés

Évaluation des herbicides de semis et de pré-levée pour le désherbage des champs de culture intercalaire de la patate douce et du maïs **R.P.A. Unamma, G.C. Orkwor et M.C. Igbokwe** 144

Effets de l'époque de plantation sur le rendement en manioc et les populations de cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) et de ses parasitoïdes associés **J.K.U. Emehute et R.I. Egwuatu** 144

Résistance des cultivars de manioc aux infestations du tétranyque vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) **T.O. Ezulike et R.I. Egwuatu** 145

Lutte chimique contre les maladies du feuillage des plantes-racines et des tubercules **A.O. Nwankiti, O.B. Arene et T. Enyinnia** 145

Résistance des plantes hybrides de macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) à la pourriture des racines causée par *Pythium myriotylum*, au Cameroun **A. Agueguia** 145

Effets des maladies parasitaires sur la production de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) au Cameroun **S. Nzietchueng et M. Ngouajio** 146

Nouvelles priorités dans la sélection du manioc au Zaïre **N.M. Mahungu et K. Kiala** 146

Interactions de *Pseudotherapus devastans*, *Colletotrichum manihotis*, la température et l'humidité relative sur le développement de l'anthracnose du manioc **C. Makambila** 146

Techniques post-récoltes

Techniques post-récoltes appropriées aux plantes-racines et aux tubercules, en Afrique : évaluation et améliorations recommandées **B. Chinsman et Y.S. Fiagan** 148

Techniques post-récoltes traditionnelles utilisées pour les plantes-racines et les tubercules, au Cameroun : situation actuelle et perspectives d'amélioration **F.A. Numfor et S.N. Lyonga** 166

Technique de séchage en fosse permettant de prolonger la durée de conservation des tubercules d'igname **E.C. Nnodu** 173

Acceptabilité, utilisation et transformation de la patate douce à la maison et dans la petite industrie, au Ghana **A.F. Osei-Opare** 177

Résumés

Progrès récents dans les techniques d'entreposage des ignames **Godson O. Osuji** 182

Aspects biochimiques de la subérification chez les ignames **C.O. Ikediobi, R.L. Chelvarajan et A.I. Ukoha** 182

Lutte contre la détérioration biologique de l'igname (*Dioscorea rotundata*) après la récolte au moyen du nématicide Vydate L® **F.I. Onyenobi** 183

Analyse thermodynamique de la dégradation des tubercules d'igname (*Dioscorea* spp.) pendant l'entreposage **G.O.I. Ezeike** 183

Socio-économie de la production et de l'utilisation des plantes-racines

Utilisation des épluchures de manioc dans les rations des volailles **Olumide O. Tewe** 186

Résumés

Considérations socio-économiques liées à la production et à l'utilisation du manioc : base pour la recherche agronomique et génétique **A.E. Ikpi, Tesfaye Gebremeskel, N.D. Hahn et J.A. Ekpere** 192

Facteurs socio-économiques influant sur le transfert des nouvelles techniques de culture des plantes-racines aux petits agriculteurs du sud-est du Nigéria **N.O.A. Ezeh et M.N. Unamma** 192

Rapports des pays et programmes de vulgarisation

Travaux de vulgarisation de la société Shell concernant l'igname : étude de cas **R.O.M. Offor** 194

Production de manioc au Rwanda : techniques de pointe **M.N. Alvarez et J. Mulindangabo** 199

Bibliographie 205

Participants 233

AVANT-PROPOS

Une proportion importante des personnes qui souffrent de la faim dans le monde vivent dans des pays de l'Afrique subsaharienne. Dans 30 des 35 pays de cette région, la croissance démographique a dépassé de loin la production alimentaire et, dans les 5 autres, la production alimentaire a diminué en chiffres absolus. Par conséquent, l'autosuffisance en matière de production alimentaire en Afrique subsaharienne constitue aujourd'hui un des plus grands défis de l'humanité.

Dans tous les exposés présentés à l'occasion du troisième symposium triennal de la Société internationale des plantes-racines tropicales — Direction Afrique (SIPRT—DA), les auteurs reconnaissent l'importance du défi et proposent diverses façons de mettre à contribution les principales plantes-racines tropicales pour alléger la crise alimentaire en Afrique. La présente publication est le résultat des délibérations des 132 participants venus de 11 pays. Le symposium a eu lieu à Owerri, dans l'État d'Imo, au Nigéria, du 17 au 23 août 1986.

Dans les cinq documents thématiques, on examine le rôle du manioc, de l'igname, de la patate douce et des taros ainsi que des techniques post-récoltes dans le but d'atténuer la crise alimentaire en Afrique. Dans d'autres documents, assez nombreux, on fait état de la recherche et des efforts de vulgarisation concernant divers aspects de la sélection et de la culture du manioc, de l'igname, de la patate douce et des taros. Enfin, dans d'autres exposés, on présente de nouvelles idées et des rapports d'état sur la protection et l'utilisation des plantes-racines, sur les techniques post-récoltes ainsi que sur l'économie de la production et de la commercialisation.

Dans l'ensemble, les auteurs soulignent que, pour ce qui est des plantes-racines, l'autosuffisance pourrait être atteinte grâce à l'utilisation d'une vaste gamme de nouvelles techniques éprouvées et de pratiques de gestion. Ils examinent avec beaucoup d'intérêt les possibilités des techniques post-récoltes et des méthodes d'utilisation des plantes-racines. Ils considèrent également avec attention les aspects socio-économiques et les possibilités d'utilisation des principales plantes-racines afin d'établir une base pour la recherche agronomique et génétique. Enfin, ils soutiennent que les préjugés et le manque d'intérêt que l'on entretient actuellement à l'égard des plantes-racines et de leurs possibilités pourraient être dissipés au moyen de la publication d'ouvrages et de la tenue d'ateliers et de symposiums sur le sujet. Ils espèrent que le résultat de ces activités se traduira dans les politiques et les priorités nationales dont l'objet est d'affecter des ressources à la recherche et au développement des plantes-racines tropicales.

Des appuis ont été fournis tant pour le symposium que pour la présente publication par le Centre de recherches pour le développement international (Ottawa, Canada), la Fondation internationale pour la science (Stockholm, Suède), l'Institut international d'agriculture tropicale (Ibadan, Nigéria) et le gouvernement fédéral du Nigéria, par l'entremise du National Root Crops Research Institute (Umudike, Nigéria).

E.R. Terry
Directeur de la publication, SIPRT—DA

ALLOCUTIONS

ALLOCUTION DU MINISTRE

Emmanuel U. Emovon,
Ministre de la Science et de la Technologie, Nigéria

Il me fait extrêmement plaisir de vous adresser quelques mots ce matin à l'occasion de l'ouverture officielle du troisième symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique (SIPRT-DA) qui est parrainé par le National Root Crops Research Institute (NRCRI), d'Umudike, un des établissements de recherche qui relèvent de mon ministère, soit le ministère fédéral de la Science et de la Technologie. J'aimerais adresser des remerciements sincères au Commodore Ebitu Ukiwe, chef d'état-major général, qui a accepté avec amabilité de présider à l'ouverture officielle de la conférence. Je veux aussi remercier le gouverneur militaire de l'État d'Imo de sa présence parmi nous à la cérémonie d'ouverture.

Je suis content que le symposium se tienne au Nigéria cette fois-ci. Le thème, «Les plantes-racines et la crise alimentaire en Afrique», est particulièrement approprié étant donné l'engagement officiel que l'Administration a pris d'atteindre, le plus rapidement possible, l'autosuffisance en matière de production alimentaire pour tous les Nigérians, production de matières premières pour l'industrie agro-alimentaire, et de produire, éventuellement, suffisamment d'aliments pour en exporter. La présence à ce symposium du Chef d'état-major général, en dépit de son horaire très serré, atteste l'importance de cet engagement. J'espère que les participants à la conférence examineront et trouveront des solutions aux nombreux problèmes qui limitent l'augmentation de notre production de plantes-racines et de tubercules.

Les plantes-racines et les tubercules, notamment le manioc, l'igname, les taros, la patate douce et la pomme de terre, sont des cultures importantes pour notre pays. En premier lieu, en tant qu'aliment pour l'homme, ces cultures fournissent, selon les estimations de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 15 % de toute l'énergie alimentaire et 10 % de toutes les protéines que l'on trouve dans le régime quotidien d'un Nigérian type. En deuxième lieu, on assiste depuis quelques années à une augmentation extraordinaire de la demande de ces cultures comme aliments pour le bétail et comme matières premières industrielles servant à la production d'alcools et d'acétones ainsi que comme amidons pour les industries textile et pharmaceutique. En troisième lieu, la production de ces cultures et le commerce qui en découle assurent de l'emploi à environ 60 % de notre population rurale.

Plus de trois millions d'hectares de terres agricoles sont consacrés à ces cultures chaque année au Nigéria, et le rendement est d'environ trente millions de tonnes de plantes-racines et de tubercules. Malgré cette production importante, cette dernière est toujours insuffisante à cause d'une demande toujours croissante, de l'utilisation de variétés peu productives et très sensibles aux parasites et aux maladies et de l'emploi de techniques de production et d'entreposage inefficaces. Ces questions, ainsi que d'autres problèmes de production, méritent qu'on les examine de près à l'occasion de ce symposium.

Je ne veux pas en disant cela minimiser le rôle joué par le NRCRI dans l'augmentation de la productivité de nos plantes-racines et de nos tubercules. Bien au contraire, l'Institut a accru la productivité de ces récoltes par plus de 50 % au cours de la dernière décennie. Au début des années 70, le NRCRI a joué un rôle important dans la lutte contre la brûlure bactérienne du manioc et, en collaboration avec l'Institute for Agricultural Research and Training et l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT), tous les deux situés à Ibadan, il travaille actuellement

à l'élimination de deux insectes très nuisibles du manioc, la cochenille et le tétranyque vert. En plus de ses travaux sur les parasites du manioc, l'Institut a mis au point récemment la technique de plantation de mini-semenceaux pour la production commerciale d'ignames de semence. On m'a affirmé que cette technique a permis de diminuer substantiellement le prix du marché des ignames de semence, et partant le coût des produits de l'igname. Auparavant, le coût des ignames de semence s'avérait une contrainte importante à l'augmentation de la production d'ignames au Nigéria, car il représentait jusqu'à 40 % du coût total de la production d'ignames. L'Institut a également mis au point des méthodes de multiplication rapide dans le cas du manioc.

Le mandat du ministère fédéral de la Science et de la Technologie inclut la promotion et la coordination des activités de recherche et de développement au pays, ainsi que la collaboration en matière d'activités scientifiques et technologiques avec des organismes internationaux s'occupant de science et de technologie. Dans sa quête pour atteindre ces objectifs, mon ministère non seulement encourage et coordonne la collaboration entre nos établissements de recherche nationaux, mais il favorise aussi la création de liens entre nos établissements de recherche et les agences, sociétés et organismes internationaux qui s'occupent de recherche et de développement agricoles. La collaboration avec des organismes internationaux tels que l'IITA s'est avérée très fructueuse. Ainsi, le développement de mesures de lutte contre la cochenille et le tétranyque vert du manioc et l'accroissement de la productivité d'autres cultures produites au Nigéria, comme le maïs, le sorgho et le riz, n'ont pu que profiter de la collaboration entre l'IITA et d'autres établissements de recherche nationaux.

Je vois qu'un grand nombre d'exposés couvrant plusieurs aspects de la recherche et du développement sur les plantes-racines et les tubercules seront présentés et débattus pendant la semaine que durera la conférence. J'espère que, de vos discussions et de vos échanges, émergeront d'autres stratégies efficaces pour accroître la productivité des plantes-racines et des tubercules. La faim, la famine et la malnutrition sont devenues le fléau de nombreux pays africains. La croissance démographique annuelle en Afrique, qui est de 3 % environ, dépasse la croissance annuelle du produit intérieur brut, qui est de 1,5 % environ. L'atteinte d'un équilibre et, subséquemment, l'obtention d'excédents alimentaires, reposent entre vos mains. En tant que chercheurs, vous devez relever le défi et renverser la situation grâce à des efforts de recherche intensifs qui permettront d'obtenir une production alimentaire accrue. Vous ne pouvez pas vous permettre un échec!

En guise de conclusion, permettez-moi de vous souhaiter des débats fructueux et un voyage de retour agréable et sans encombre, une fois le symposium terminé.

ALLOCUTION DE BIENVENUE

L.S.O. Ene, Directeur
National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Le personnel et les étudiants du National Root Crops Research Institute d'Umudike sont heureux et fiers de recevoir les participants au troisième symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique. Nous sommes reconnaissants envers le gouvernement militaire fédéral du Nigéria, représenté ici par le chef d'état-major général du quartier général principal, Commodore Ebitu Ukiwe, d'avoir permis la tenue de ce symposium au Nigéria et d'avoir facilité les déplacements de nos invités qui viennent de pays africains frères et d'ailleurs. Nous remercions également le gouverneur militaire de l'État d'Imo, Commandant de marine Alison Madueke, qui veille à notre bien-être durant ce symposium et qui a fourni un soutien moral, physique et financier pour cette conférence. Le NRCRI relève du ministère fédéral de la Science et de la Technologie et de son honorable ministre, professeur E.U. Emovon, dont nous apprécions les encouragements et le soutien financier. Nous estimons aussi à sa juste valeur l'aide fournie par l'honorable ministre de l'Agriculture, des Ressources en eau et du Développement rural, Lieutenant-général Alani Akinrinade (à la retraite). Enfin, nous tenons à remercier le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), Ottawa, Canada, la Fondation internationale pour la science (FIS), Stockholm, Suède, et l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT), Ibadan, Nigéria, et d'autres organismes internationaux, tant pour leur appui accordé aux programmes nationaux africains que pour leur collaboration à l'organisation du symposium.

La présence du Chef d'état-major général, du gouverneur militaire de l'État d'Imo et des honorables ministres de l'Agriculture, des Ressources en eau et du Développement rural ainsi que de la Science et de la Technologie témoigne de l'importance que le gouvernement militaire fédéral accorde à la recherche et au développement agricoles. Notre gouvernement est déterminé à produire des aliments pour tous les Nigérians et à atteindre l'autosuffisance en matière de production alimentaire dans un avenir immédiat, d'ici l'an 2000 très certainement. Le troisième symposium triennal est déjà assuré d'être un succès grâce à la présence, au soutien et à l'aide de ces éminents citoyens.

Les plantes-racines et les tubercules occupent une place très importante dans le panier à provisions des Nigérians qui leur trouvent de nombreuses utilisations. Un Nigérian type consomme 300 g de plantes-racines et de tubercules chaque jour, ce qui donne, après extrapolation, une consommation annuelle totale de 13 millions de tonnes de plantes-racines et de tubercules. Les estimations de la production annuelle courante (en millions de tonnes) pour le Nigéria sont comme suit : igname, 16,75 (75 % de la production mondiale); manioc, 12,50 (quatrième producteur au monde); taros, 0,40; pomme de terre, 0,30; patate douce, 0,25; gingembre, 0,10; et autres, 0,20. Au total, le Nigéria produit 30,5 millions de tonnes de plantes-racines et de tubercules chaque année. Selon les estimations, 43 % de la production totale est consommée, 32 % est détruite au champ et pendant l'entreposage par les rongeurs, les parasites, les maladies et la dégradation physiologique, 15 % est mise de côté pour la replantation, 8 % est utilisée par les industries et un maigre 2 % est exportée.

Les besoins nutritionnels des Nigérians ne sont pas satisfaits. La consommation moyenne par habitant et par jour d'énergie alimentaire (calories) et de protéines est inférieure aux normes

minimales stipulées par l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS). L'énergie alimentaire disponible par habitant et par jour est de 1 790 calories; la FAO et l'OMS recommandent une consommation quotidienne de 2 500 calories par habitant (1 cal = 4,19 J). La carence en protéines (animales et végétales) est pire ; 45,5 g par habitant et par jour sont disponibles; la FAO et l'OMS recommandent une consommation minimale quotidienne de 65,0 g par habitant. Par conséquent, on estime à 28,4 % et à 30 % les carences en glucides et en protéines. Il sera utile et intéressant, durant le symposium, de comparer nos chiffres et de partager nos expériences avec d'autres pays africains. De façon générale, ces carences se traduisent par de la sous-nutrition et de la malnutrition, avec les conséquences défavorables qu'elles ont sur la santé.

Les défis que nous devons relever sont évidents :

- Les rendements moyens que nous obtenons de la plupart des plantes-racines et des tubercules sont de beaucoup inférieurs aux possibilités de ces cultures.
- Les pertes au champ et pendant l'entreposage attribuables aux parasites et aux maladies s'élèvent à des millions de tonnes et, par conséquent, à des milliards de nairas (1 t de racines ou de tubercules vaut en moyenne 120 nairas; en février 1987, 2,6 nairas nigérians (NGN) valaient 1 $ US).
- Un pourcentage élevé de la production sert de matériel de plantation.
- Une très petite partie de la production disponible est utilisée par l'industrie (comme farines, amidons, sucres, colles, alcools, acétones, etc.) pour épargner des devises étrangères ou pour fabriquer des aliments pour le bétail contenant les protéines importantes.
- Une très petite partie de la production disponible est exportée.

Nos efforts de recherche, de développement et de vulgarisation devraient être orientés vers la résolution de ces problèmes. Ce symposium nous offre une occasion unique de sensibiliser les équipes s'occupant de recherche et de vulgarisation à ces questions, de documenter les résultats obtenus un peu partout en Afrique et de développer des stratégies de recherche et de développement pour les trois prochaines années, c'est-à-dire jusqu'au prochain symposium.

Nous espérons que nos gouvernements respectifs continueront de reconnaître la contribution immense que les plantes-racines et les tubercules peuvent représenter pour les besoins alimentaires de leurs populations, pour les productions industrielles et animales ainsi que pour les recettes d'exportation. La contribution aux recettes d'exportation aidera tout particulièrement à stimuler la production en assurant des prix équitables pour toute quantité produite. Les plantes-racines et les tubercules sont habituellement dépendants d'une demande dont l'élasticité-prix est faible.

Je vous remercie tous aujourd'hui de votre présence et de votre appui. Ce sont des atouts précieux pour l'Afrique.

ALLOCUTION D'OUVERTURE

Ebitu Ukiwe, Chef d'état-major général, Nigéria

Au nom du gouvernement fédéral du Nigéria, permettez-moi de souhaiter la bienvenue à tous les participants venus du Nigéria et d'autres pays d'Afrique ainsi que d'autres continents, au Nigéria et dans l'État d'Imo, qui se trouve être mon État natal. Nous sommes réunis pour le troisième symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique (SIPRT-DA), qui se tient pour la deuxième fois au Nigéria où cette filiale de la société mère internationale, fondée en 1967, a pris son essor en 1978. Plusieurs raisons m'incitent à souligner l'à-propos de la tenue à ce moment-ci, dans l'État d'Imo, d'une conférence sur ce groupe diversifié de plantes, dont la caractéristique générale est une production souterraine d'une importance économique certaine.

En premier lieu, l'État d'Imo est situé dans la zone de culture de l'igname en Afrique de l'Ouest, où cette plante occupe une place prédominante par rapport à toutes les autres cultures vivrières. L'importance culturelle de cette plante est démontrée par les conférences annuelles d'Ahiajoku, qui se tiennent en novembre à Owerri et empruntent leur nom au festival de l'igname, rituel populaire traditionnel qui se pratique depuis la haute antiquité dans toute la zone de culture de l'igname en Afrique de l'Ouest.

En deuxième lieu, les plantes-racines et les tubercules sont des cultures dominantes ou codominantes dans les régions humides et subhumides du Nigéria. Ces cultures représentent entre 50 % et plus de 75 % de la consommation d'énergie alimentaire des populations rurales et, dans une certaine mesure, des populations urbaines du Nigéria et d'autres pays se trouvant dans la zone de culture de l'igname.

En troisième lieu, selon les statistiques les plus récentes, on trouve au Nigéria 6–7 % et 22,3 % de toutes les terres arables cultivées en plantes-racines et en tubercules au monde et en Afrique respectivement. En fait, au chapitre de la production de plantes-racines et de tubercules, le Nigéria intervient pour environ 5 % de la production mondiale et plus de 33,0 % de la production africaine, comparativement, dans le cas des céréales, à moins de 0,01 % de la production mondiale et à moins de 1 % de la production africaine. Il est évident que les plantes-racines et les tubercules représentent une contribution considérable à l'alimentation, au revenu et au bien-être de millions de personnes au Nigéria, en particulier, et dans les régions humides et subhumides du monde, en général.

En quatrième lieu, à un moment où le gouvernement militaire fédéral du Nigéria applique le Plan d'action de Lagos, aux termes duquel tous les pays membres de l'Organisation pour l'unité africaine (OUA), en tant que signataires, accordent une priorité élevée aux divers programmes et stratégies visant de l'autosuffisance alimentaire, les plantes-racines et les tubercules ont un rôle vital à jouer pour nous permettre d'atteindre cet objectif essentiel et fort louable. Sans l'autosuffisance alimentaire, notre prétention à l'indépendance politique ne serait pas réaliste.

En cinquième lieu, la plupart des plantes-racines et des tubercules sont cultivés dans des régions sujettes quelquefois à des sécheresses, et c'est durant ces fléaux qu'ils peuvent aider grandement à garantir la sécurité alimentaire. Cela est vrai même dans les régions plus sèches, où certaines cultures, comme le manioc, sont assez résistantes à la sécheresse et sont cultivées en tant qu'aliment de famine.

Enfin, le gouvernement militaire fédéral a décidé récemment d'interdire les importations de blé à partir de l'année prochaine. Cette mesure exige que l'on accorde une plus grande priorité aux plantes-racines et aux tubercules qui peuvent davantage contribuer à résoudre la crise alimentaire en Afrique — à l'heure actuelle, une préoccupation mondiale.

Au programme des exposés qui doivent être présentés, on note les sujets suivants : amélioration, production, physiologie, protection, récolte, entreposage, techniques post-récoltes, transformation et utilisation des cultures telles que les ignames, le manioc, la patate douce, les taros, le gingembre et la pomme de terre. Divers aspects de ces sujets sont déjà abordés par nos établissements de recherche, tels le NRCRI à Umudike, le Federal Institute of Industrial Research à Oshodi, le Project Development Institute (PRODA) à Enugu, le Nigerian Stored Products Institute ainsi que d'autres établissements de recherche agricole et des facultés d'agriculture de nos universités. Je souligne avec plaisir que le symposium de cette année est parrainé par le NRCRI et je suis certain que le ministre de la Science et de la Technologie, professeur E.U. Emovon, qui est parmi nous aujourd'hui, nous expliquera plus en détail le programme d'action et les priorités du gouvernement fédéral en matière de recherche sur ces plantes-racines et les progrès qui ont été réalisés. Le ministre de l'Agriculture, des Ressources en eau et du Développement rural, Lieutenant-général A.I. Akinrinade (à la retraite), vous renseignera non seulement sur les programmes et les politiques visant à accroître la production agricole mais également sur les mesures récentes visant à concrétiser toutes les possibilités de ces cultures, tant au niveau de la demande d'aliments et de matières premières pour l'industrie qu'à celui de l'exportation. Nos chercheurs présenteront des exposés où il sera question des efforts de recherche en cours et des problèmes à résoudre.

Nos établissements de recherche collaborent activement avec des centres de recherche agricole internationaux tels l'IITA, et cette collaboration s'est avérée bénéfique pour le Nigéria dans les domaines de l'amélioration et de la production des plantes-racines et des tubercules ainsi que de la lutte contre les dommages récents causés aux cultures de manioc par la brûlure bactérienne, la cochenille et le tétranyque vert. Cette collaboration a également été fructueuse dans le domaine des techniques de propagation de l'igname par mini-semenceaux, lesquelles ont été développées par le NRCRI, puis améliorées grâce à l'apport de l'IITA et d'autres établissements. Ce symposium offre aux chercheurs africains une occasion précieuse de dialogue et d'échange et nous espérons qu'il donnera lieu à l'établissement de liens de collaboration entre les individus et les établissements au Nigéria et dans d'autres pays africains.

Je profite de l'occasion pour vous rappeler que le gouvernement militaire fédéral a émis une interdiction sur les importations de riz et de blé, qui représentent une proportion importante des 2 milliards de nairas environ qui sont dépensés annuellement par le Nigéria en vue de satisfaire une demande croissante pour les importations alimentaires. Une des principales raisons de l'importance des dépenses au chapitre des importations de céréales est la demande croissante d'aliments-minute, moins longs à préparer. À cet égard, les céréales présentent des avantages évidents par rapport aux plantes-racines et aux tubercules. Ceux d'entre vous qui ont l'occasion de visiter l'Europe ou les États-Unis ou d'y vivre auront remarqué l'importance de la pomme de terre utilisée comme croustilles ou frites dans le commerce des aliments-minute. Il faut donc que le Nigéria développe des compétences dans le domaine de la transformation et de l'utilisation des plantes-racines. La mesure dans laquelle nous pouvons mettre au point une gamme d'aliments-minute à partir de nos plantes-racines et de nos tubercules, en plus de les transformer sous des formes plus pratiques qui ressemblent à nos préparations alimentaires traditionnelles, déterminera l'importance des économies de devises étrangères que nous pouvons faire en remplaçant les importations.

Certains prétendent qu'il n'est pas raisonnable d'interdire l'importation de blé parce qu'on ne peut pas se passer de pain. D'autres soutiennent que le manioc, qui peut servir à la panification, contient une substance toxique, l'acide cyanhydrique, et que, par conséquent, il est dangereux de l'utiliser pour faire du pain. Cependant, ces dernières années, les spécialistes de l'alimentation ont réussi à produire une variété de produits qui souvent ne se différencient pas des produits traditionnels appréciés dans différentes parties du monde. Avec la collaboration des

nutritionnistes, ils ont réussi à mettre au point des techniques permettant d'éliminer les composantes antinutritionnelles ou toxiques présentes dans les aliments et, avec l'aide des chimistes, ils ont établi des méthodes de contrôle de la qualité permettant de garantir l'innocuité des aliments. Nous sommes convaincus que, même si l'on ne parvient pas à éliminer complètement le blé dans la fabrication du pain, il est très possible que les chercheurs nigérians puissent déterminer la quantité minimale de blé à utiliser dans les farines composites et que l'on réussisse à faire du pain dont la texture et les propriétés rhéologiques et nutritionnelles satisfassent à des normes acceptables aux niveaux local et international. Pour ce qui est de la composante toxique du manioc, je sais de source sûre qu'il existe des méthodes efficaces qui permettent de ramener la teneur en acide cyanhydrique à un niveau qui n'est pas dangereux pour l'homme. Le gouvernement a la conviction que, si les chercheurs nigérians en particulier et les chercheurs africains en général acceptent de relever le défi, nous serons en mesure de produire une gamme d'aliments-minute et de substituts de pain qui permettront de satisfaire la demande créée par les pressions de l'urbanisation, de la croissance démographique et de la modernisation. C'est aux chercheurs nigérians ou africains qu'il revient de contrer et de ralentir les changements socioéconomiques qui nous amènent à acquérir de plus en plus des goûts étrangers qu'il faut satisfaire en important des aliments, ce que notre économie ne peut pas soutenir. Nous ne pouvons pas régler avec efficacité les pénuries d'aliments en nous fiant sur les pays qui prospèrent grâce à notre dépendance accrue envers les aliments et les produits qu'ils exportent.

Un autre défi que doivent relever les chercheurs consiste à faire des recherches suffisamment approfondies afin d'aider notre organisme de normalisation à conseiller efficacement le gouvernement non seulement sur la rédaction de lois sur les aliments et drogues mais aussi sur l'élaboration de techniques de surveillance et de contrôle de la qualité des aliments transformés. Ce volet est important car, sans mécanismes d'application de la législation, les lois et les règlements sur l'innocuité des aliments sont inutiles et n'existent que sur le papier. Le gouvernement militaire fédéral compte sur les chercheurs pour mettre au point des méthodes convenables pour transformer le manioc en une farine sans danger pour l'alimentation humaine. Cependant, à moins de disposer des spécifications à l'intention des transformateurs qui s'occupent de la production commerciale de farine de manioc, nous avons les mains liées. Munis de telles spécifications, nous pourrons mettre sur pied un système de certification qui permettra d'homologuer les produits et d'émettre des permis aux transformateurs spécialisés dans la production commerciale de farine de manioc.

La production d'une variété suffisante d'aliments transformés qui permette de répondre à la demande d'aliments durant toutes les saisons de l'année est la responsabilité des producteurs, des transformateurs, des spécialistes de la commercialisation et des chercheurs dans différentes disciplines. Par ailleurs, il incombe au gouvernement fédéral d'élaborer et d'appliquer des politiques et de financer des programmes de recherche et de développement dans divers établissements qui font des recherches de pointe en vue de trouver des solutions à nos problèmes actuels. Dans le cours de vos délibérations et de vos échanges sur les futures activités de recherche et de développement, j'espère fermement que vous examinerez avec attention les façons d'améliorer et d'accroître la production des plantes-racines et des tubercules qui sont sous-utilisés ou méconnus.

Bien entendu, je suis convaincu qu'un grand nombre d'entre vous protesteront contre le manque ou l'insuffisance des ressources consacrées à la recherche, en particulier les ressources financières, situation que l'on peut attribuer aux importants déficits budgétaires causés par les difficultés économiques que connaît le Nigéria. Le ministère de la Science et de la Technologie travaille à l'heure actuelle à la réorganisation de nos établissements de recherche et cherche des façons de garantir un meilleur financement des activités de recherche et de développement. Dans les conditions économiques défavorables qui règnent au Nigéria et ailleurs, il incombe à nos chercheurs d'apprendre à subordonner leurs dépenses aux fonds dont ils disposent. Bien que l'on admette que la recherche et le développement est une activité coûteuse qui devrait être financée de façon adéquate, il ne fait aucun doute que parfois on a consacré des fonds considérables à la

construction d'installations imposantes et mal conçues que l'on ne peut pas terminer ou équiper faute de fonds. De même, en divers endroits, on trouve de l'équipement perfectionné que l'on ne peut pas réparer faute de main-d'oeuvre spécialisée et de pièces appropriées. On m'a dit que l'on aurait pu atteindre tout aussi bien certains des objectifs visés avec des installations et de l'équipement plus simples, moins coûteux et, en aucun cas, de qualité inférieure. À mon avis, on n'a pas accordé l'attention et la priorité qu'il aurait fallu pour improviser des méthodes de travail et adapter l'équipement à une gamme d'utilisations possibles lorsque les ressources sont limitées.

J'ai essayé, dans cette courte allocution, de souligner que la Société dont vous faites partie est dans la bonne voie lorsqu'elle encourage l'amélioration, la production, la transformation et l'utilisation des plantes-racines et des tubercules. Le Nigéria et les autres pays africains doivent développer des compétences leur permettant de planifier et d'exécuter les activités de recherche et de développement nécessaires pour réaliser tout le potentiel des plantes-racines et des tubercules au chapitre de la nutrition, de la production de matières premières pour l'industrie, du rehaussement des recettes de nos petits agriculteurs et du développement économique.

Le gouvernement militaire fédéral est en voie d'établir des politiques et de mettre en oeuvre des programmes qui accroîtront la production alimentaire en général et la production des plantes-racines et des tubercules en particulier. Les chercheurs nigérians et, en fait, ceux des autres pays africains ont un rôle vital à jouer à cet égard. Le gouvernement est prêt à travailler de concert avec les chercheurs afin de trouver des solutions à la crise alimentaire en Afrique qui fassent appel de façon significative aux plantes-racines et aux tubercules.

Encore une fois, au nom du gouvernement fédéral du Nigéria, je vous souhaite à tous la bienvenue et déclare cet important symposium ouvert. Je vous souhaite tous des délibérations et des échanges d'information et d'expérience qui soient fructueux. J'espère que nos visiteurs pourront se faire une idée du travail que les Nigérians essaient d'accomplir dans le domaine des plantes-racines. Nous accueillerons favorablement vos suggestions et vos conseils et vous souhaitons un voyage de retour sans encombre, une fois le symposium terminé.

ALLOCUTION THÉMATIQUE : LE RÔLE DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES DANS LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

Bede N. Okigbo, Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria

La crise alimentaire en Afrique fait suite à l'incapacité de la plupart des pays d'Afrique subsaharienne de produire localement suffisamment d'aliments au cours des 15 dernières années. Cette incapacité est attribuable au manque de devises étrangères, aux sécheresses qui ont sévi au début des années 70 et dans les années 80 et à une croissance démographique rapide (3 % annuellement, par comparaison à 1–2 % pour la production d'aliments). Malgré une augmentation constante de la production alimentaire totale dans ces pays, la production d'aliments par habitant a diminué d'environ 1 % chaque année depuis les 15 dernières années. De nombreux pays africains comptent de plus en plus sur les importations de coûteuses céréales ou sur l'aide alimentaire pour satisfaire la demande et combler l'écart croissant entre la production alimentaire par habitant et les besoins.

Dans tous les rapports récents, on s'inquiète de l'importance de l'intensification de la crise alimentaire en Afrique subsaharienne et du fait que ce problème taxe les approvisionnements alimentaires et le développement général du continent, qu'il est partiellement le résultat de causes beaucoup plus profondes telles que la sécheresse et les dommages généralisés causés aux plantes et au bétail par les maladies et les parasites, qu'il est aggravé par une croissance démographique annuelle qui est supérieure à la production d'aliments (FAO 1984) et qu'il est tributaire du fait que les importations d'aliments, spécialement les céréales, ont augmenté de plus de 10 % chaque année depuis 1970. En 1983, l'aide alimentaire a atteint 2–3 millions de tonnes. Brown (1986) a fait observer que les déficits alimentaires en Afrique gonflent les déficits commerciaux dans tout le continent, et cette situation s'ajoute aux déficits écologiques qui se produisent lorsque les demandes faites à l'écosystème naturel excèdent sa capacité portante. Ce déséquilibre est le résultat du défrichement pratiqué au profit de l'agriculture, du surpâturage, de la cueillette de bois de chauffage et de la récolte faite par les industries du bois d'oeuvre et du papier. Depuis le milieu des années 80, chaque pays d'Afrique perd une partie de sa couverture forestière.

Une des raisons sous-tendant l'incapacité de l'Afrique à améliorer sa production céréalière comme en Asie réside dans le fait que, contrairement à l'Asie où l'agriculture est dominée par la culture sur terres humides (en particulier, le riz), l'Afrique cultive plusieurs aliments de base — maïs, blé, sorgho, mil, orge et riz, pour ce qui est des céréales, ainsi que manioc et ignames — et dépend d'une variété très hétérogène de systèmes agricoles. À partir de ces données de base, cet exposé discute de la diversité, du rôle et du potentiel des plantes-racines et des tubercules comme solution partielle à la crise alimentaire en Afrique ainsi que des mesures à prendre pour réaliser tout leur potentiel.

PLANTES-RACINES ET TUBERCULES EN AFRIQUE

Les plantes-racines et les tubercules produisent des organes souterrains de réserve qui sont comestibles, charnus (teneur en eau élevée) et riches en amidon, en sucres, ou les deux, et en

Tableau 1. Composition de tubercules d'igname de diverses espèces, de parties de taro et de feuilles comestibles des plantes-racines et des tubercules.

Composante	Tubercules d'igname[a]					Taro[b]			Feuilles comestibles[c]		
	1	2	3	4	5	C	F	P	M	Ma	PD
Eau (%)	60–70	70	80	70–80	80	77,5	79,6	93,8	73,6	90,5	87,5
Protéines (%)	1,1–2,0	1,1–2,8	1,0	1,3–1,9	2,8	2,5	4,4	0,2	—	—	—
Matière grasse (%)	0,1	0,1–1,3	0,1	0,1–1,3	0,3	0,2	1,8	0,2	0,7	11,7	0,8
Glucides (%)	—	—	—	—	—	19,1	12,2	4,6	—	—	—
Amidon (%)	—	28	—	25	—	—	—	—	3,5	—	8,0
Sucres (%)	—	0,5	—	0,6	—	—	—	—	3,3	—	4,0
Fibre (%)	0,4–0,8	0,6–1,4	0,4	0,2–1,5	0,3	0,4	3,4	0,6	—	—	1,4
Cendres (%)	0,7–2,6	0,7–2,1	0,5	0,5–1,2	0,7	0,8	2,0	1,2	1,7	12,2	10–11,4
P (mg/100 g)	135	168	89	181	211	64	28	23	98	360	67
Ca[d] (mg/100 g)	23,3	18,1	14,3	30,4	42,9	32	268	57	187	6	81–98
Fe[d]	15	11,6	18,6	12,1	26,4	0,8	4,5	1,4	3,0	0,7	10,4
Na (mg/100 g)	—	—	—	—	—	7	1,1	5	—	—	—
K (mg/100 g)	—	—	—	—	—	514	12,37	367	—	—	—
Mg (mg/100 g)	51,9	65,7	44,4	74,8	75,0	—	—	—	—	—	—
Vitamine A (mg/100 g)	0,8	—	—	—	—	Tr	20 385	335	9,7	0,05	56–81
Vitamine B_1 (mg/100 g)	—	0,09	—	0,08	—	0,18	0,10	0,10	0,04	0,05	0,06
Vitamine B_2 (mg/100 g)	—	0,03	—	0,02	—	0,04	0,33	0,02	0,02	0,08	0,17–0,21
Vitamine C (mg/100 g)	6–12	5–8	—	—	—	10	1,42	8	248	10	25–38
Niacine (mg/100 g)	—	—	—	—	—	0,9	2,0	0,2	0,6	—	0,07–0,9
Acide oxalique (mg/100 g)	—	—	—	—	—	—	—	—	109	—	—
Énergie alimentaire (cal)[e]	—	—	—	—	—	85	69	19	—	—	—

[a] La plupart des données sur les tubercules d'igname sont tirées d'Onwueme (1978); les valeurs attribuées à P, Ca, Fe et Mg sont tirées de Bell (1983). Espèces : 1, *Dioscorea rotundata*; 2, *D. alata*; 3, *D. cayenensis*; 4, *D. esculenta*; 5, *D. dumetorum*.

[b] C, cormes; F, feuilles; P, pétioles. Partie comestible (%) : C, 81; F, 55; P, 84. Tr, trace.

[c] M, manioc; Ma, macabo; PD, patate douce. Les valeurs attribuées à la vitamine A correspondent à de la carotène (1,4) ou à de la vitamine A.

[d] Unités : tubercules d'igname, ppm; taro et feuilles comestibles, mg/100 g.

[e] 1 cal = 4,19 J.

d'autres éléments nutritifs présents en quantités variables (Tableau 1). Dans la pratique, les rhizomes de gingembre, les tubercules de pomme de terre et d'igname, les cormes de taro et les bulbes d'oignon ne sont pas généralement considérés comme des plantes-racines et des tubercules. À strictement parler, la carotte et la betterave peuvent être classées autant comme des plantes-racines que le manioc et la patate douce.

DIVERSITÉ DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

Les plantes-racines et les tubercules appartiennent à plus de 20 familles diverses réparties dans différentes parties du monde (Purseglove 1969, 1975; Schery 1972; Kay 1973; Brouk 1975; Janick 1981). Les espèces qui présentent une importance économique et nutritionnelle sont la pomme de terre (*Solanum tuberosum*, famille des Solanacées), le manioc (*Manihot esculenta*, famille des Euphorbiacées), la patate douce (*Ipomoea batatas*, famille des Convolvulacées), les ignames (*Dioscorea* spp., famille des Dioscoréacées), la betterave (*Beta vulgaris*, famille des Chenopodiacées), les taros (*Colocasia* et *Xanthosoma* spp., famille des Aracées), la carotte (*Daucus carota*, famille des Ombellifères), et le gingembre (*Zingiber officinale*, famille des Zingibéracées).

ACCLIMATATION ET ORIGINE DES PLANTES

Parmi les plantes-racines et les tubercules, certains sont complètement acclimatés et sont des aliments de base (par exemple, la pomme de terre, la patate douce, le manioc, les taros et les ignames); d'autres sont à demi-sauvages ou d'acclimatation récente et sont des aliments d'une importance secondaire (par exemple, les doliques tubéreux d'Afrique et d'Asie (*Parchyrrhizus erosus* et *Sphenostylis stenocarpa*), le souchet comestible (*Cyperus esculentus*), les ignames amères (*Dioscorea dumetorum*) et les ignames bulbifères (*Dioscorea bulbifera*)). Enfin, d'autres sont des espèces sauvages, que l'on consomme souvent en période de famine ou de pénurie alimentaire

(par exemple, les taros éléphants (*Amorphophallus* spp.), le kudsu (*Pueraria lobata*), le lotus sacré (*Nelumbo nucifera*), les ignames sauvages (*Dioscorea* spp.) et les fausses ignames (*Icacina senegalensis*)).

Les plantes-racines et les tubercules exotiques cultivés en Afrique comprennent la patate douce, la pomme de terre, le manioc, les taros et la carotte (Tableau 2). Cependant, seul le manioc est devenu un aliment de base sur ce continent. La patate douce occupe une place importante dans l'alimentation au Rwanda et au Burundi, tandis que les taros sont un aliment important au niveau local, dans le sud du Cameroun et le sud-est du Nigéria. Des plantes-racines et des tubercules indigènes qui sont énumérés au tableau 3, seules les ignames d'Afrique (*Dioscorea* spp.) sont devenues des aliments de base au niveau local ou régional en Afrique de l'Ouest, dans la zone de culture de l'igname qui s'étend du Cameroun jusqu'au fleuve Bandama en Côte

Tableau 2. Plantes-racines et tubercules exotiques cultivés en Afrique tropicale.

Nom latin	Nom vernaculaire	Origine	Importance
Arracacha xanthorrhiza	Arracacha	Amérique du Sud	
Beta vulgaris[a]	Betterave potagère	Bassin méditerranéen et Europe	
Canna edulis	Arrowroot du Queensland		Importance locale limitée
Colocasia esculenta	Taro	Asie du Sud-Est	Importance secondaire
Curcuma longa	Curcuma	Asie du Sud-Est (Inde)	
Cyperus esculentus	Souchet comestible	Bassin méditerranéen	
Daucus carota	Carotte	Bassin méditerranéen	Importance secondaire
Dioscorea alata	Igname ailée	Asie du Sud-Est	Importance secondaire
Dioscorea esculenta	Igname de Chine	Asie du Sud-Est	Importance secondaire
Helianthus tuberosus	Topinambour	Amérique du Nord	
Ipomoea batatas	Patate douce	Amérique centrale méridionale	Importance secondaire
Manihot esculenta	Manioc	Amérique centrale et Amérique du Sud	Importance secondaire
Raphanus sativus	Radis	Europe et Asie	
Solanum tuberosum[a]	Pomme de terre	Amérique du Sud	Importance secondaire
Xanthosoma sagittifolium	Macabo	Amérique tropicale	Importance secondaire

Source : Kay (1973).
[a] Cultivé sur les hautes terres.

Tableau 3. Plantes-racines et tubercules indigènes d'Afrique.

Nom latin	Nom vernaculaire	Distribution	Importance[a]
Amorphophallus spp.	Igname éléphant	Afrique tropicale humide et subhumide — espèce sauvage	
Anchomanes difformis	—	Afrique tropicale — espèce sauvage	
Cytosperma senegalense	—	Afrique tropicale — espèce sauvage	
Dioscorea bulbifera	Igname bulbifère	Afrique tropicale — espèce cultivée et espèce sauvage	C
Dioscorea cayenensis	Igname de Cayenne	Régions tropicales humides de l'Afrique de l'Ouest et de l'Afrique centrale	B
Dioscorea dumetorum	Igname Jakiri	Afrique tropicale, espèce cultivée dans l'est du Nigéria	
Dioscorea praehensilis	—		
Dioscorea rotundata	Igname guinée	Régions humides et subhumides de l'Afrique de l'Ouest — espèce cultivée	A
Icacina senegalensis	Fausse igname	Afrique de l'Ouest et Afrique centrale — espèce sauvage	
Plectranthus esculentus	Risga	Afrique tropicale — espèce cultivée	C
Solenostemum rotundifolius	Patate Hausa	Afrique tropicale — espèce cultivée	C
Sphenostylis stenocarpa	Doliques tubéreux d'Afrique	Afrique de l'Ouest et Afrique centrale — espèce cultivée	
Stylochiton warneckei		Afrique tropicale — espèce sauvage	

Source : Kay (1973); Okigbo (1983).
[a] A, Grande importante au niveau régional ou local, en Afrique de l'Ouest; B, importance limitée au niveau local, en Afrique de l'Ouest; C, importance secondaire au niveau local, dans certaines régions de l'Afrique de l'Ouest.

d'Ivoire, mis à part une brèche mineure au Bénin (anc. Dahomey), et dans certaines parties des Antilles. Les labiées, *Plectranthus* et *Solenostemum* spp., jouent un rôle d'importance secondaire au niveau local dans certaines parties de la zone centrale du Nigéria (États de Plateau, de Bénoué et de Bauchi) et en Afrique centrale et australe.

IMPORTANCE ET UTILISATION DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

Les plantes-racines et les tubercules interviennent pour 10 % environ dans l'alimentation humaine, contre 60 % pour les céréales et 10 % pour les fruits, les noix et les légumes (Janick 1981). Selon Paulino et Yeung (1981), les principaux aliments et cultures vivrières produits en Afrique subsaharienne sont constitués approximativement de 53 % de céréales, de 31 % de plantes-racines et de tubercules, de 6 % de légumineuses, de 5 % d'arachides et de 5 % de bananes et de plantains. Dans les régions côtières ou tropicales humides du Ghana, du Nigéria, de la Côte d'Ivoire, du Cameroun et du Zaïre, les plantes-racines et les tubercules représentent plus de 50 % de la consommation d'énergie alimentaire. La pomme de terre, la patate douce, le manioc et la betterave sucrière figurent parmi les 15 principales cultures qui fournissent plus de 75 % des calories et plus de 60 % des protéines consommées par habitant chaque jour dans le monde.

Les plantes-racines et les tubercules donnent lieu également à la production de produits industriels et pharmaceutiques, d'une importance commerciale croissante (B.N. Okigbo, inédit)[1]. Les utilisations générales de la plupart des plantes-racines et des tubercules cultivés en Afrique sont présentées au tableau 4. Certains d'entre eux, comme le gingembre et la carotte, sont utilisés pour relever la saveur d'aliments un peu fades. Le manioc, la pomme de terre et les ignames ont constitué essentiellement l'assise de civilisations, de regroupements socioéconomiques et de rituels religieux en Afrique, en Océanie et en Amérique latine. La plupart de ces plantes, qui ont été acclimatées il y a plus de deux millénaires, se sont répandues depuis dans le monde entier (B.N. Okigbo, inédit, voir la note 1 en bas de page).

LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

Pour ce qui est des principales denrées alimentaires dans le monde, l'Afrique a produit, en 1984, 2,5 % des céréales à grains, 14,9 % des plantes-racines et des tubercules, 10,5 % des légumineuses à grains, 3,9 % des légumes, 8,9 % des fruits, 7,4 % des noix, 4,0 % du sucre, 3,5 % de la viande, 1,7 % du lait et 2,6 % des oeufs (FAO 1985). Étant donné que, cette même année, la population africaine représentait environ 11,3 % de la population mondiale, établie à 4,7 milliards de personnes, l'Afrique aurait dû, de façon générale, produire en moyenne entre 11 et 12 % de chacune des denrées ci-dessus afin d'assurer son autosuffisance sur le plan alimentaire, à supposer, bien entendu, que les habitudes de consommation, les besoins, les préférences et les approvisionnements aient été semblables ou les mêmes dans les différentes régions de l'Afrique en particulier et dans le monde en général. La proportion (27,8 %) des terres arables totales cultivées de plantes-racines et de tubercules, en Afrique, et la proportion des plantes-racines et des tubercules produits sur ce même continent (15,4 % de la production mondiale totale) ont été supérieures à celles pour tout autre grand groupe d'aliments, en 1984 (Tableau 5). Par exemple, en 1984, l'Afrique détenait seulement 9,7 % des terres arables cultivées en céréales dans le monde et est intervenue pour 3,5 % de la production céréalière mondiale. Parmi les grandes régions géographiques du monde, l'Afrique occupait cette même année-là le deuxième rang, après l'Asie, pour ce qui est des superficies totales consacrées aux plantes-racines et aux tubercules, soit 32,5 % contre 41,7 % pour l'Asie (Tableau 6). Cependant, bien que l'Afrique détînt 32,5 % des terres consacrées à la culture des plantes-racines et des tubercules, elle est intervenue pour seulement 18 % de la production mondiale totale en 1984 (Tableau 5). Cet écart est attribuable aux faibles

1. Okigbo, B.N. Roots and tuber crops in human nutrition. Projet de rapport inédit, 32 p.

Tableau 4. Principales préparations alimentaires et utilisations des plantes-racines et des tubercules cultivés en Afrique tropicale.

Culture	Préparations alimentaires	Autres utilisations et remarques
Manioc	Foufou; tapioca et farinha, farine (lafun); gari; manioc bouilli (variétés douces); pain et farine composite; feuilles utilisées comme légume; flocons et cossettes; biscuits	Amidon pour usage industriel; cossettes et granulés pour l'alimentation du bétail; alcool
Ignames	Igname bouillie; igname frite et rôtie; foufou ou igname pilonnée; cossettes et flocons; galettes; igname pilée; farine d'igname	Aliment pour le bétail; plante contenant des sapogénines sous forme de diosgénine qui sont utilisées dans les corticostéroïdes et les contraceptifs (les ignames africaines n'ont pas une teneur élevée en ces substances); alcool (utilisation peu intéressante)
Patate douce	Cossettes; tubercule bouilli et mis en conserve, frit et rôti ou cuit au four, congelé, refroidi et transformé en «pruic»; feuilles consommées comme légume vert	Aliments pour les animaux; amidon (utilisation non économique); alcool; sirop
Taros	Tubercule bouilli, rôti et consommé tel quel; tubercule bouilli et consommé tel quel; feuilles et fleurs bouillies et consommées telles quelles	Feuilles utilisées pour leur teneur en fibre; amidon
Pomme de terre	Tubercule farineux bouilli, rôti, cuit au four, frit, pilé ou transformé en pommes de terres entières en conserves, en frites congelées, en croustilles, en flocons déshydratés, en poudre, en granulés, en salade, etc.; farine considérée comme le plus ancien produit transformé de la pomme de terre et utilisée pour faire certains genres de pain, des pâtisseries, des gâteaux, des biscuits, etc.; germes consommés comme légume	Aliment pour les animaux sous forme de fourrage frais pour les bovins et les moutons, d'ensilage ou de tourteau séché; source industrielle d'amidon aux États-Unis, au Danemark et aux Pays-Bas; amidon utilisé par l'industrie alimentaire, l'industrie du papier et l'industrie textile et servant à fabriquer des adhésifs, des produits de l'amidon modifiés comme l'amylopectine, ainsi que du glucose et des dextrines; alcool et fusel produits par dépulpage et fermentation dans certains pays européens; pulpe issue de la fabrication de l'amidon servant à l'alimentation du bétail et effluent issu de la fabrication d'amidon de qualité supérieure servant à produire du butane ou de l'acétone; jus de pomme de terre issus de la fabrication de l'amidon utilisés comme source de protéines de qualité supérieure; acide citrique, sous-produit de la fabrication de l'amidon ou de l'hydrolyse de l'amidon et de la fermentation des sucres
Solenostemom rotundifolius	Tubercule cuit et consommé comme source de glucides, comme pour les ignames et la pomme de terre; tubercule cuit sous forme de cari et consommé avec du riz ou bouilli, cuit au four et frit pour en faire des frites	Parfois utilisé comme plante médicinale pour traiter la dysenterie et les troubles oculaires
Plectranthus esculentus	Tubercule consommé cru ou bouilli; parfois mariné	Plante dont on prétend qu'elle a un rendement en racines plus élevé que toute autre labiée.
Dolique tubéreux d'Afrique	Racine de réserve consommée après avoir été bouillie	Plante cultivée plus souvent pour ses graines comestibles; racines ayant une teneur protéique de 6–14 %

(à suivre)

Tableau 4. Fin.

Culture	Préparations alimentaires	Autres utilisations et remarques
Souchet comestible	Comme consommé cru ou cuit au four comme légume; comme rôti et consommé tel quel ou râpé et utilisé pour fabriquer de la crème glacée, des sorbets et du «norchesta» (Spam)	Plante utilisée dans les aliments pour les animaux et dans les confiseries en remplacement des amandes; comme moulu utilisé pour remplacer ou adultérer le café et le cacao; produits secondaires comprenant une huile ressemblant à l'huile d'olive utilisée pour fabriquer du savon; plante fournissant également de l'amidon, de la farine, de l'alcool et du papier à partir des feuilles
Carotte	Racine consommée crue ou bouillie et parfois marinée; carotte crue râpée et consommée avec l'extrait de jus; plante utilisée pour rehausser la saveur des soupes et des sauces	Plante contenant de grandes quantités de carotène et utilisée par conséquent comme substance colorante dans les aliments comme le beurre; plante utilisée également comme aliments du bétail
Topinambour	Plante consommée bouillie, frite ou ajoutée aux soupes et aux ragoûts	Plante contenant de l'inuline au lieu de l'amidon et utilisée pour fabriquer de la farine et du fructose (à l'échelle commerciale) pour les diabétiques et pour préparer du 5-hydroxyméthylfurfural; source d'alcool d'industrie pour la préparation d'une boisson alcoolique ressemblant à de la bière; tiges soumises à un traitement à la soude et au chlore fournissant 20 % de pulpe convenant à la fabrication du papier; feuilles servant à l'alimentation des moutons et des chèvres

Tableau 5. Superficie totale et production des principales cultures vivrières en Afrique et dans le monde, en 1984.

Denrée	Superficies (millions d'hectares)			Production (millions de tonnes)		
	Monde	Afrique		Monde	Afrique	
Plantes-racines et tubercules	46,8	13,0	(27,8)[a]	593,2	91,6	(15,4)
Céréales à grains	730,0	70,9	(9,7)	1 801,7	63,1	(3,5)
Légumineuses à grains	67,8	12,6	(18,6)	47,9	5,7	(11,9)
Légumes et melons	386,8	26,2	(6,8)	3,9	0,3	(7,7)

Source : FAO (1985).
[a] Les valeurs entre parenthèses représentent la production ou les superficies, en Afrique, exprimées en pourcentage des valeurs correspondantes obtenues pour le monde.

Tableau 6. Superficie totale, production et rendements moyens des plantes-racines et des tubercules dans le monde et dans les six principales régions du monde.

Région	Superficie (millions d'hectares)		Production (millions de tonnes)		Rendement moyen (t/ha)	
Afrique	13,0	(32,5)[a]	91,6	(18,0)	7,1	(55,9)
Asie	16,7	(41,7)	243,5	(48,0)	14,6	(115,0)
Europe	5,3	(13,3)	107,3	(21,1)	20,3	(160,0)
Amérique du Nord et Amérique centrale	1,2	(3,0)	23,4	(4,6)	18,9	(144,0)
Amérique du Sud	3,5	(8,7)	39,3	(7,7)	11,2	(88,2)
Océanie	0,3	(0,8)	2,8	(0,6)	10,3	(81,2)
Monde	40,0	(100,0)	507,9	(100,0)	12,7	(100,0)

Source : FAO (1985).
[a] Les valeurs entre parenthèses sont exprimées en pourcentage des valeurs obtenues pour le monde.

rendements de ces cultures en Afrique, soit 55,9 % de la moyenne mondiale contre 115 % pour l'Asie et 160 % pour l'Europe (Tableau 6).

PRODUCTION ALIMENTAIRE DANS LES PAYS DÉFICITAIRES À CE CHAPITRE

La production alimentaire dans les pays de l'Afrique subsaharienne, où le revenu est faible et la production alimentaire est déficitaire, a augmenté légèrement de 1984–1985 à 1985–1986; les importations céréalières ont été moins importantes que prévu, mais l'aide alimentaire (par exemple, des céréales) a été la plus élevée en 1984–1985, soit 11 millions de tonnes ou 23 % des importations pour la période 1981–1986. Durant 1984–1985 et 1985-1986, les prix quotidiens de certaines des principales exportations agricoles ont diminué dans les proportions suivantes : café, 5,3 %; cacao, 6,5 %; sucre, 21,7 %; thé, 42,5 %; jute, 15,9 %. À partir de cette situation, on peut comprendre que la plupart des pays africains déficitaires au chapitre de la production alimentaire comblent leurs déficits en important davantage de céréales ou en demandant une aide alimentaire accrue, et ce à une époque où leur balance des paiements est défavorable, leurs dettes sont élevées et les prix de leurs exportations agricoles sont instables. Dans ce dernier cas, les exportations agricoles constituent la principale source des devises étrangères nécessaires pour payer les céréales importées. C'est dans ce contexte que nous examinons la production et la consommation des plantes-racines et des tubercules ainsi que les stratégies qui permettront de réaliser tout leur potentiel, afin de trouver des solutions à la crise alimentaire en Afrique.

PRODUCTION DE PLANTES-RACINES ET DE TUBERCULES EN AFRIQUE

Le manioc croît dans des régions humides et subhumides et, dans une moindre mesure, dans la savane. Il s'accommode de sols peu fertiles, résiste assez bien à la sécheresse et est relativement peu sensible aux dommages causés par les sauterelles, qui recommencent à envahir de grandes régions d'Afrique.

En 1984, 7,48 millions d'hectares ont été cultivés en manioc en Afrique, ce qui représentait 52,9 % des superficies mondiales consacrées à cette culture (Tableau 7). On y produit environ 51 millions de tonnes chaque année, soit 39,5 % de la production mondiale totale (Tableau 8). La production totale de manioc augmente à un taux annuel de 1,7 % (0,6 % pour le rendement et 2,3 % pour la production), et la production par habitant connaît un taux annuel de -0,8 % par comparaison à des taux annuels par habitant de -1,1 % pour les ignames, de 0,3 % pour la patate douce, de -1,2 % pour le plantain et de -1,5 % pour les céréales (FAO 1986b). Le Zaïre et le Nigéria sont les plus gros producteurs de manioc, intervenant chacun pour 15 et 11 % respectivement de la production mondiale en 1984.

Tableau 7. Superficie totale (milliers d'hectares) consacrées à la culture de divers tubercules et plantes-racines dans différentes régions géographiques, en 1984.

Région	Manioc		Ignames		Patate douce		Taros		Pomme de terre		Carotte	
Afrique	7 480	(52,9)[a]	23,95	(95,1)	841	(10,9)	92,6	(80,3)	660	(3,3)	32	(5,9)
Afrique de l'Ouest[b]	2 500	(33,8)	15,50	(61,2)	139	(16,5)	50,9	(54,9)	—		—	
Asie	4 170	(29,5)	0,16	(0,6)	6 390	(82,6)	17,9	(15,5)	5 810	(28,6)	160	(24,5)
URSS[c]	—		—		—		—		6 830	(33,5)	140	(25,8)
Europe	0		0		13	(0,2)	0		5 280	(26,0)	129	(23,8)
Amérique du Nord et Amérique centrale	170	(1,2)	0,49	(1,9)	217	(2,8)	0,2	(0,2)	750	(3,7)	48	(8,9)
Amérique du Sud	2 310	(16,3)	0,40	(1,6)	162	(2,1)			930	(4,6)	27	(5,0)
Océanie	20	(0,1)	0,18	(0,7)	116	(1,4)	4,6	(4,0)	50	(0,3)	5	(0,9)
Monde	14 150	(100,0)	25,18	(100,0)	7 738	(100,0)	115,3	(100,0)	20 300	(100,0)	542	(100,0)

Source : FAO (1985).

[a] Les valeurs entre parenthèses (à l'exception de l'Afrique de l'Ouest) sont exprimées en pourcentage des valeurs mondiales.

[b] Les valeurs entre parenthèses pour l'Afrique de l'Ouest sont exprimées en pourcentage des valeurs obtenues pour l'Afrique. Dans le cas des ignames, les valeurs pour l'Afrique de l'Ouest représentent seulement le Nigéria.

[c] Dans le cas de la pomme de terre et de la carotte, l'Asie et l'URSS sont considérées séparément.

Tableau 8. Production (en millions de tonnes) de divers tubercules et plantes-racines dans différentes régions géographiques, en 1984.

Région	Manioc		Ignames		Patate douce		Taros		Pomme de terre		Carotte	
Afrique	51,0	(39,5)[a]	24,4	(95,8)	5,1	(4,4)	3,4	(58,9)	5,8	(1,9)	413	(3,4)
Afrique de l'Ouest[b]	17,8	(34,9)	18,5	(72,6)	0,8	(15,2)	2,6	(76,8)	—		—	
Asie	50,0	(38,8)	0,2	(0,7)	108,6	(92,6)	2,0	(35,1)	82,1	(26,3)	3 162	(26,1)
URSS[c]	—		—		—		—		85,3	(27,3)	2 600	(21,4)
Europe	0		0		0,1	(0,1)	0		107,1	(34,3)	3 885	(32,0)
Amérique du Nord et Amérique centrale	0,9	(0,7)	0,3	(1,2)	1,5	(1,2)	0,02	(0,4)	20,4	(6,5)	1 409	(11,6)
Amérique du Sud	26,9	(20,8)	0,3	(1,3)	1,4	(1,2)	0,01	(0,2)	10,4	(3,3)	519	(4,3)
Océanie	0,2	(0,2)	0,3	(1,0)	0,6	(0,5)	0,3	(5,6)	1,1	(0,4)	141	(1,2)
Monde	129,0	(100,0)	25,5	(100,0)	117,3	(100,0)	5,7	(100,0)	312,2	(100,0)	12 126	(100,0)

Source : FAO (1985).

[a] Les valeurs entre parenthèses (à l'exception de l'Afrique de l'Ouest) sont exprimées en pourcentage des valeurs mondiales.

[b] Les valeurs entre parenthèses pour l'Afrique de l'Ouest sont exprimées en pourcentage des valeurs obtenues pour l'Afrique. Dans le cas des ignames, les valeurs pour l'Afrique de l'Ouest représentent seulement le Nigéria.

[c] Dans le cas de la pomme de terre et de la carotte, l'Asie et l'URSS sont considérées séparément.

IGNAMES (*DIOSCOREA* SPP.)

Les pays de l'Afrique subsaharienne détiennent plus de 95 % des superficies mondiales cultivées en ignames et interviennent pour 95,8 % de la production mondiale d'ignames (Tableaux 7 et 8). La production d'ignames diminue à un taux annuel de 1,1 %. Le Nigéria, à lui seul, intervient pour 72 % de la production mondiale d'ignames. De même, l'Afrique de l'Ouest, y compris le Cameroun, assure plus de 90 % de la production mondiale d'ignames.

PATATE DOUCE (*IPOMOEA BATATAS*)

La patate douce est à l'heure actuelle un tubercule de moindre importance en Afrique tropicale malgré son potentiel élevé. En 1984, l'Afrique est intervenue pour plus de 4,4 % de la production mondiale de patates douces (Tableau 8). Le Burundi, le Rwanda et le Zaïre ont assuré plus de 42 % de la production africaine de patates douces en 1984, et l'Afrique de l'Ouest, 15,2 %. On a signalé des taux de croissance de 2,5 % des superficies, de 0,9 % du rendement, de 3,4 % de la production totale et de 0,3 % de la production annuelle par habitant, entre 1969–1971 et 1981–1983 (FAO 1986b). Par conséquent, la patate douce est le seul tubercule dont le taux annuel de production par habitant augmente en Afrique subsaharienne.

TAROS (*COLOCASIA* ET *XANTHOSOMA* SPP.)

Les taros jouent un rôle important au niveau local dans certaines régions des tropiques humides et subhumides, et, en 1984, l'Afrique détenait 80,3 % des superficies mondiales consacrées à la culture des taros et est intervenue pour 58,8 % de la production mondiale (Tableaux 7 et 8). Au deuxième rang derrière l'Afrique, l'Asie, avec 15,5 % des superficies mondiales réservées à cette culture, a assuré 35,2 % de la production mondiale en 1984. L'Afrique de l'Ouest est intervenue pour 86,1 % de la production africaine de taros en 1984 (Tableaux 7 et 8).

POMME DE TERRE (*SOLANUM TUBEROSUM*)

La pomme de terre est cultivée dans les hautes terres des tropiques. En 1984, l'Afrique, avec 66 000 ha cultivés en pommes de terre ou 3,25 % des superficies mondiales, a produit 5,8 millions de tonnes de pommes de terre ou 1,8 % de la production mondiale (Tableaux 7 et 8). La plus grande partie de la production africaine de pommes de terre se trouve en Afrique du Nord (Égypte, Algérie et Maroc), en Afrique australe et en Afrique de l'Est.

CAROTTE (*DAUCUS CAROTA*)

La carotte est cultivée dans les régions subtropicales, habituellement comme légume ou comme culture d'importance secondaire plutôt que comme aliment de base. En 1984, l'Afrique a consacré seulement 32 000 ha à la culture de la carotte et en a produit 413 000 tonnes, soit 5,9 % des superficies mondiales et 3,4 % de la production mondiale (Tableaux 7 et 8).

CONSOMMATION DE PLANTES-RACINES ET DE TUBERCULES

Les pays de l'Afrique subsaharienne sont groupés ci-dessous en fonction de leurs habitudes de consommation (FAO 1986b).

- Groupe I : Congo, Mozambique, République centrafricaine et Zaïre. Dans ces pays, le manioc est une culture dominante et représente 50 % de la consommation alimentaire.
- Groupe II : Angola, Bénin, Burundi, Cameroun, Comores, Côte d'Ivoire, Gabon, Ghana, Guinée équatoriale, Nigéria, Ouganda, Rwanda, Tanzanie et Togo. Dans ces pays, les habitudes de consommation sont variées; on y consomme du manioc, des ignames, des céréales, de la patate douce, du plantain et des bananes farineuses ainsi que des taros.
- Groupe III : Botswana, Burkina Faso, Cap-Vert, Éthiopie, Gambie, Guinée, Guinée-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Mauritanie, Maurice, Namibie, Niger, Réunion, Sao Tome et Principe, Sénégal, Seychelles, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Swaziland, Tchad, Zambie et Zimbabwe. Dans ces pays, les céréales sont la culture dominante, et les plantes-racines et les tubercules occupent une place de moindre importance.

Dans le tableau 9, on présente le pourcentage de consommation par habitant de différents aliments de base. Les plantes-racines et les tubercules donnent lieu à très peu de commerce, comparativement aux céréales (FAO 1986a, b). Par conséquent, les habitudes de consommation traduisent les habitudes de production (Tableau 10). La consommation par habitant de plantes-racines et de tubercules et leur apport calorique au régime alimentaire sont les plus élevés en Afrique centrale, suivi par l'Afrique de l'Ouest, et la dépendance envers le manioc est la plus élevée dans ces mêmes régions (Tableau 10). Au cours de la dernière décennie, on a assisté au remplacement des plantes-racines et des tubercules par les céréales dans les régions où ces aliments de base ainsi que le plantain et les bananes farineuses occupent habituellement une place dominante (Tableau 11). Chez tous les groupes, le remplacement le plus important s'est fait au détriment des ignames; chez le groupe II, ce remplacement a favorisé la patate douce et, chez le groupe III, le plantain. Cette situation est partiellement attribuable à une urbanisation rapide et à la demande d'aliments-minute plutôt qu'aux seules élasticités-revenu habituellement négatives (FAO 1986b). Il faut par conséquent prendre des mesures précises pour accroître l'utilisation des plantes-racines et des tubercules en augmentant la production et en améliorant les techniques de

Tableau 9. Niveaux de la consommation par habitant des aliments de base en Afrique subsaharienne, 1981–1983.

	Groupe I		Groupe II		Groupe III		Total	
	kg/habitant	%[a]	kg/habitant	%	kg/habitant	%	kg/habitant	%
Plantes-racines								
Manioc	407,4	70	123,0	22	21,3	4	117,8	24
Ignames	6,6	1	72,4	14	3,5	1	36,8	7
Patate douce	6,6	2	20,3	3	5,0	1	12,5	2
Autres	6,6	1	19,2	4	13,3	3	15,3	2
Total	427,2	74	234,9	43	43,1	9	182,4	35
Bananes plantains	26,2	4	39,1	6	2,0	—	22,7	4
Total des plantes-racines et bananes plantains	453,4	78	274,0	49	45,1	9	205,1	39
Céréales	39,7	22	83,8	51	134,1	91	98,3	61

Source : FAO (1986b).
[a] En équivalents caloriques.

transformation. La FAO (1986b) a prédit que, selon les tendances observées de 1966 à 1981, la production annuelle de ces cultures atteindra, d'ici 1995, 23 millions de tonnes, contre une demande de 42 millions de tonnes, ce qui donne un déficit de 19 millions de tonnes ou 5 millions de tonnes en équivalent céréales (Tableau 12).

CONTRAINTES À L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTION ET DE L'UTILISATION DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

RENDEMENTS FAIBLES

Sauf pour les ignames, les rendements en plantes-racines et en tubercules obtenus en Afrique sont habituellement moins élevés que la moyenne mondiale (Tableau 13). En 1984, les rendements moyens en plantes-racines et en tubercules en Afrique, exprimés en pourcentage des rendements moyens mondiaux, ont varié entre 40,3 % dans le cas de la patate douce et 74,8 % dans le cas du manioc. La supériorité du rendement moyen en ignames obtenu en Afrique, par rapport à la moyenne mondiale, s'explique partiellement par le fait que la plupart des ignames sont produites en Afrique et que certaines des ignames produites ailleurs à des fins pharmaceutiques ne sont pas généralement des variétés productives. La faiblesse des rendements est habituellement

Tableau 10. Consommation par habitant (kg/année) de manioc et d'autres plantes-racines et tubercules, et apport calorique par habitant dans le régime quotidien, Afrique subsaharienne, 1975–1984.

Sous-région	Plantes-racines et tubercules		Manioc		Proportion de la consommation de manioc[b]
	Apport calorique[a]	Consommation	Apport calorique	Consommation	
Sahel	83,3	27,6	55,2	18,3	66
Afrique de l'Ouest	594,3	196,8	338,6	112,1	57
Afrique centrale	1 261,0	417,5	1 049,8	347,6	83
Afrique de l'Est	433,9	143,7	237,8	78,7	55
Afrique australe	375,8	124,0	317,3	105,0	85

Source : Gebremeskel (1986).
[a] 1 cal = 4,19 J.
[b] Proportion (%) de la consommation de manioc par rapport à la consommation totale de plantes-racines et de tubercules.

Tableau 11. Variations (%) de la consommation par habitant des aliments de base en Afrique subsaharienne, de 1969–1971 à 1981–1983.

Aliments de base	Groupe I	Groupe II	Groupe III
Manioc	-4,4	-6,3	6,4
Ignames	-28,7	-9,4	19,0
Patate douce	-18,2	27,0	-4,4
Total des plantes-racines	-4,9	-7,0	-1,2
Bananes plantains	-12,9	13,2	-3,4
Total des céréales	-0,1	6,3	-3,4

Source : FAO (1986b).

Tableau 12. Production, utilisation et déficit prévus pour 1995 concernant les plantes-racines et les tubercules.

Culture	Production (millions de tonnes)	Utilisation totale (millions de tonnes)	Déficit (millions de tonnes)
Manioc	64	75	11
Ignames	29	34	5
Patate douce	8	8	0
Autres	9	12	3
Total	110	129	19

Source : FAO (1986b).

Tableau 13. Rendements moyens (t/ha) des plantes-racines et des tubercules dans les principales régions géographiques du monde, en 1984.

Culture	Afrique	Asie	Amérique du Sud	Océanie
Manioc	6,82 (74,8)*	11,99 (131,5)	11,62 (127,5)	10,69 (117,2)
Ignames	10,20 (100,8)	10,21 (100,9)	8,42 (83,2)	13,70 (135,4)
Patate douce	6,11 (40,3)	16,99 (112,1)	8,86 (58,4)	4,83 (31,9)
Taros	3,67 (73,4)	11,32 (226,4)	11,11 (222,2)	6,89 (137,8)
Pomme de terre	8,83 (57,4)	14,13 (91,9)	11,18 (72,7)	23,49 (152,7)
Carotte	12,74 (56,9)	19,71 (88,1)	19,11 (85,4)	29,07 (129,9)

Source : FAO (1985).
* Les valeurs entre parenthèses sont exprimées en pourcentage de la moyenne mondiale.

attribuable à la faible fertilité du sol, à la croissance de mauvaises herbes rampantes durant les périodes de courte jachère, à la prévalence des maladies et des parasites, à la production de cultures mixtes et aux préjugés entretenus à l'égard des plantes-racines et des tubercules qui se traduisent dans l'affectation des fonds et des ressources consacrés à la recherche et au développement.

MALADIES ET PARASITES

Les maladies et les parasites occasionnent une diminution importante des rendements en plantes-racines et en tubercules. Ainsi, au cours de la dernière décennie, le manioc a dû subir les effets défavorables de deux nouveaux parasites venus d'Amérique latine : la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) et le tétranyque vert du manioc (*Mononychellus* spp.). Les ignames sont sujettes aux attaques des nématodes, des coléoptères, des organismes responsables de la tache foliaire et des virus. De même, les taros doivent combattre la flétrissure généralisée, et la patate douce doit lutter contre les virus, les nématodes à galles et le charançon de la patate douce (FAO 1986b).

MAIN-D'OEUVRE INSUFFISANTE

La culture des plantes-racines et des tubercules a été mécanisée, sans grand succès, et il faut beaucoup de main-d'oeuvre pour défricher et mettre en valeur les terres consacrées à ces cultures, préparer le sol, planter, désherber, tuteurer, récolter, transporter, entreposer et transformer. L'insuffisance de main-d'oeuvre est souvent aggravée par le caractère saisonnier des opérations et la division de la main-d'oeuvre selon les sexes. En Afrique, le travail à la ferme est en concurrence avec des emplois plus payants dans d'autres secteurs de l'économie.

SYSTÈMES DE PRODUCTION ET TAILLE DES EXPLOITATIONS

Les plantes-racines et les tubercules sont cultivés en grande partie par de petits agriculteurs disposant de ressources limitées et possédant dans 70 % des cas des exploitations dont la superficie est inférieure à 2 ha. Les petits exploitants n'ont pas accès à suffisamment de crédit pour acheter des facteurs de production; en outre, les systèmes de culture intercalaire qu'ils emploient n'ont pas fait l'objet de beaucoup de travaux de recherche et de vulgarisation et ne sont pas compatibles avec certains des facteurs de production qui stimulent le rendement comme les machines, les engrais et les produits chimiques. Il y a également des problèmes socioéconomiques tels que le régime foncier et l'absence de stratégies de développement en faveur des petits agriculteurs, en particulier les femmes.

SERVICES DE RECHERCHE ET DE VULGARISATION INADÉQUATS

En plus du désintérêt relatif manifesté à l'égard des plantes-racines et des tubercules en matière de recherche et de vulgarisation au cours des 10 à 20 dernières années, le manque de personnel affecté à la recherche et à la vulgarisation en Afrique subsaharienne s'est avéré une

contrainte importante. Ce problème est souvent aggravé par l'état de l'infrastructure rurale, par l'importance accordée aux stratégies privilégiant la révolution verte et par les innovations connexes qui ne sont pas appropriées à la culture des plantes-racines et des tubercules ni adaptées aux besoins et aux conditions de travail des agriculteurs disposant de peu de ressources.

FAIBLE COEFFICIENT DE MULTIPLICATION DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

Les plantes-racines et les tubercules se propagent par la voie végétative, et la multiplication d'un matériel amélioré et sa distribution posent des problèmes spéciaux. Le coefficient de multiplication des plantes-racines et des tubercules dépasse à peine 20 lorsqu'on utilise les techniques les plus classiques; pour les céréales, ce coefficient est généralement supérieur à 70. Les progrès récents obtenus dans la culture des tissus et la multiplication rapide s'avèrent prometteurs, mais ces techniques sont encore hors de la portée des compétences de la plupart des établissements nationaux.

TECHNIQUES POST-RÉCOLTES

En plus des problèmes liés à leur récolte, les plantes-racines et les tubercules sont trop encombrants à transporter et à manutentionner. Leur caractère périssable les rend difficiles à entreposer. Leur teneur protéique étant peu élevée, il faut au cours de la transformation leur ajouter un complément afin de pouvoir les utiliser dans les farines composites. La demande croissante pour les aliments-minute fait en sorte qu'il devient nécessaire d'améliorer les techniques et l'équipement de transformation afin de garantir la disponibilité de ces aliments dans les régions urbaines toute l'année. Cependant, de nombreux pays africains ne disposent que de compétences limitées en science de l'alimentation.

CONTRAINTES SOCIOÉCONOMIQUES

Les plantes-racines et les tubercules sont l'objet de préjugés qui font qu'on les considère comme les cultures des pauvres et qu'on les estime inférieurs aux céréales et que l'on accorde donc moins de fonds et de ressources à la recherche et à la vulgarisation dans ce domaine. C'est ce qui explique que les personnes à revenu plus élevé ou les classes urbaines leur préfèrent souvent les céréales. De plus, la disponibilité des céréales sous des formes plus faciles à entreposer et à manutentionner stimule la demande pour les céréales et leurs produits. Les plantes-racines et les tubercules ne sont pas l'objet d'un commerce très important aux échelons international et inter-régional, et leur mouvement d'un pays producteur excédentaire vers des régions déficitaires est par conséquent limité.

Selon la FAO (1986b), environ 80 % des plantes-racines et des tubercules en Afrique sont consommés par les ménages qui les cultivent, et seulement de très petites quantités sont envoyées vers des marchés éloignés, même à l'intérieur d'un pays. La plupart de ceux qui vendent ces produits dans les régions urbaines vivent tout près, en périphérie des villes. La FAO (1986b) signale que le pourcentage moyen des plantes-racines et des tubercules commercialisés au Zaïre est d'environ 20 %, contre 3 % en Sierra Leone et en Zambie. En Côte d'Ivoire, le pourcentage moyen est de 21 %; cependant, cette moyenne couvre une fourchette allant de 8 % dans les régions rurales à 79 et 99 % dans les autres villes et Abidjan respectivement. On a aussi observé des écarts importants entre les pourcentages commercialisés d'une plante à l'autre et d'une région à l'autre dans un même pays, à Madagascar, au Nigéria et au Rwanda. Les problèmes de commercialisation portent, entre autres, sur la cueillette et la manutention de petites quantités d'un produit encombrant et très périssable, ayant une teneur élevée en eau, sujet à des approvisionnements irréguliers et soumis à une longue chaîne de commercialisation comprenant plusieurs intermédiaires et des marchés périodiques changeants. L'absence d'un organisme de commercialisation approprié pour les plantes-racines et les tubercules pousse les agriculteurs à accepter n'importe quel prix offert à la ferme ou au marché local par les intermédiaires, qui sont capables de transformer et de

transporter les produits vers les centres urbains. Par conséquent, les agriculteurs reçoivent seulement une petite fraction du prix final. Bien que l'on manque de données pour faire une étude détaillée de rentabilité de la culture des plantes-racines et des tubercules, la FAO (1986b) signale des recettes brutes plus élevées dans ce cas que dans celui des céréales à cause de rendements beaucoup plus importants pour un coût de production souvent réduit. Dans de nombreux pays, il y a des politiques qui s'avèrent contraignantes pour les producteurs de plantes-racines et de tubercules et qui donnent lieu à l'établissement de prix plus attrayants et, souvent, de prix minimaux garantis pour les céréales, mais non pour les plantes-racines et les tubercules (Jones 1972; FAO 1986b).

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les pays de l'Afrique subsaharienne produisent des plantes-racines et des tubercules dans des régions où la production est plus stable d'année en année et où la sécheresse ainsi que les parasites et les maladies causent beaucoup moins de dommages qu'aux céréales. Par conséquent, il y a de plus fortes chances d'atteindre les objectifs de production et d'autosuffisance régionale dans le cas des plantes-racines et des tubercules que dans celui des céréales. Le rôle des plantes-racines et des tubercules en tant qu'aliment de famine est bien connu, surtout dans les régions plus sèches. Malgré le désintérêt relatif dont on a fait preuve à leur égard dans le passé, les progrès accomplis depuis permettent d'envisager une production accrue de plantes-racines et de tubercules. Afin de favoriser la réalisation de tout le potentiel des plantes-racines et des tubercules, nous proposons les recommandations générales suivantes.

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

- Les pays africains devraient élaborer des politiques, adopter des stratégies et planifier, financer et exécuter des projets de recherche et de développement visant tout particulièrement l'amélioration de la production et de l'utilisation des plantes-racines et des tubercules.
- On devrait organiser des conférences, des ateliers et des programmes de formation sur le sujet afin d'éliminer les préjugés entretenus à l'égard des plantes-racines et des tubercules et de fournir un soutien efficace pour les activités traitant de la production, de la manutention et de la transformation post-récolte, de la commercialisation et de l'utilisation des plantes-racines et des tubercules.
- On devrait accorder la priorité à l'objectif d'autosuffisance en favorisant la transformation et l'utilisation des plantes-racines et des tubercules à la place des céréales, qui exigent des facteurs de production plus coûteux, l'utilisation combinée de produits des plantes-racines et des tubercules et ceux d'autres cultures en vue de produire une variété d'aliments qui satisfassent les besoins nutritionnels, ainsi que l'utilisation des devises étrangères, peu abondantes, pour importer les céréales à grains ne pouvant pas être produites de façon rentable en Afrique.
- On devrait prendre les mesures nécessaires pour assurer une collaboration efficace entre les disciplines, les établissements, les ministères, les régions et les pays en matière d'activités de recherche et de développement portant sur les plantes-racines et les tubercules.
- On devrait prendre les mesures nécessaires pour confier aux établissements, sur une base permanente, la collecte des données et la recherche socio-économique sur la production, la transformation et l'utilisation des plantes-racines et des tubercules, afin de disposer d'une information utile qui permette d'élaborer des politiques et de déterminer des priorités et des stratégies en matière de recherche et de développement pour ces cultures.

RECOMMANDATIONS PARTICULIÈRES

Il faut mettre en place une infrastructure appropriée au niveau des établissements, assurer un soutien compétent à tous les niveaux et planifier une gamme d'activités de recherche et de développement, si l'on veut atteindre les objectifs ci-dessous.

- Amélioration et mise au point de variétés de plantes-racines et de tubercules productives, précoces et résistantes aux maladies et aux parasites, nécessitant moins de facteurs de production et possédant des qualités propres à la transformation.
- Développement de systèmes de lutte intégrée contre les parasites, les maladies et les mauvaises herbes et de meilleurs systèmes culturaux en fonction des diverses zones écologiques et échelles de production.
- Propagation rapide, multiplication et distribution d'un matériel de plantation amélioré.
- Mise au point de techniques appropriées pour la production, la transformation et la préparation d'aliments.
- Production plus efficace et plus économique des plantes-racines et des tubercules, tout en maximisant les recettes des producteurs et en trouvant des solutions aux problèmes post-récoltes des plantes-racines et des tubercules.

On devrait prendre des mesures précises pour assurer l'harmonisation des activités de recherche, de formation et de vulgarisation portant sur la production, l'entreposage, la transformation et l'utilisation des plantes-racines et des tubercules. On devrait mettre en oeuvre des programmes d'action précis afin de faciliter l'adoption rapide et généralisée de meilleures techniques de production, d'entreposage et de transformation.

Les problèmes éprouvés après la récolte des plantes-racines et des tubercules, dont ceux qui sont énumérés ci-dessous, devraient être l'objet d'une attention accrue.

- Manutention, séchage, transport et entreposage;
- Commercialisation et stimulants au niveau des prix;
- Transformation et emballage des produits tenant compte des résultats d'une étude sur les préparations alimentaires et les utilisations traditionnelles;
- Façons d'utiliser les plantes-racines et les tubercules dans les farines composites afin d'améliorer leur valeur nutritionnelle;
- Préférences des consommateurs dans les différentes régions et façons de les satisfaire grâce à l'amélioration des variétés et des méthodes de transformation;
- Mise au point de méthodes normalisées de transformation, de certification, d'emballage et de contrôle de la qualité des produits des plantes-racines et des tubercules.

On devrait prendre des mesures visant à mettre sur pied des associations d'agriculteurs qui s'occupent de la production, de la commercialisation et de la transformation des plantes-racines et des tubercules, afin d'obtenir un partage plus équitable entre les recettes obtenues par les intermédiaires et par les agriculteurs.

On devrait faire appel à des organismes internationaux tels que la FAO, le CRDI et le Centre régional africain de technologie afin d'obtenir une aide technique et une aide financière au niveau de la recherche, de la formation et d'autres activités ainsi qu'au niveau de la diffusion et de l'échange d'information et de matériel. Les centres internationaux de recherche agricole tels que l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT) et le Centre international d'agriculture tropicale (CIAT) ont également un rôle spécial à jouer, et il faudrait mettre à profit leurs installations.

Les nouvelles biotechnologies, y compris la culture des tissus, le génie génétique et les techniques faisant appel aux enzymes et à la biomasse, peuvent s'avérer précieuses pour la recherche de méthodes plus efficaces de production, de transformation et d'utilisation des plantes-racines et des tubercules. Le jumelage entre les établissements spécialisés des pays en

développement et des pays industrialisés peut faciliter l'utilisation de ces technologies d'une façon plus rentable. Cependant, exception faite pour l'utilisation des déchets de la transformation des plantes-racines et des tubercules, on devrait accorder une priorité moins importante à l'utilisation industrielle des plantes-racines et des tubercules tant que la demande d'aliments pour la consommation humaine et animale ne sera pas satisfaite.

Les recommandations précédentes ne sont en aucun cas exhaustives, et des recommandations plus détaillées ont déjà été établies (FAO 1986b). Un grand nombre de développements récents en Afrique permettent d'entrevoir que l'on accordera la priorité à la recherche, au développement et à l'amélioration de l'utilisation des plantes-racines et des tubercules sur ce continent. Voici quelques-uns de ces développements :

- La création de la SIPRT-DA.
- La décision du gouvernement fédéral du Nigéria d'interdire les importations de blé.
- L'intérêt soutenu manifesté par le CRDI, la FAO, etc. et, plus récemment, le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) à l'égard du financement des activités de recherche et de développement portant sur les plantes-racines et les tubercules.
- Les progrès réalisés dans la lutte biologique contre la cochenille du manioc, le tétranyque vert du manioc et les autres parasites et maladies des plantes-racines et des tubercules.
- La mise au point de meilleures techniques de micropropagation et la mise sur pied de meilleures installations de culture des tissus à l'IITA et ailleurs.
- La décision récente de l'Organisation de l'unité africaine (OUA) et des Nations Unies (ONU) de financer des programmes spéciaux visant à assurer l'autosuffisance alimentaire en Afrique selon le Plan d'action de Lagos.
- La chute des prix du manioc et des produits du manioc, et l'organisation d'un atelier spécial par le ministère fédéral de l'Agriculture en vue de trouver des façons d'encourager une utilisation plus efficace des plantes-racines et des tubercules, d'accroître la demande et de faire augmenter les prix obtenus par les producteurs.
- Les recommandations du Comité de la sécurité alimentaire mondiale sur l'importance des plantes-racines et des tubercules et sur les façons d'accroître leur production et leur utilisation.
- L'intérêt manifesté pour ce symposium triennal par les individus, les ministères gouvernementaux, les divers organismes et les établissements.

Nous devrions tirer pleinement profit de ces développements pour trouver des fonds que nous consacrerons à la formation du personnel affecté à la recherche et au développement ainsi qu'à l'utilisation des plantes-racines et des tubercules comme armes efficaces pour lutter contre la crise alimentaire en Afrique.

BIBLIOGRAPHIE

Bell, A. 1983. Teneurs en minéraux des tubercules d'igname crus, cuits à l'eau et sous forme de farine. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahangu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 160-163.

Brouk, B. 1975. Plants consumed by man. Academic Press Inc. Ltd., Londres, Royaume-Uni.

Brown, L.R. 1986. State of the world. W.W. Norton and Co., New York, NY, États-Unis. 263 p.

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 1984. Rapport sur l'alimentation mondiale, 1984. FAO, Rome, Italie.

____ 1985. Annuaire de la production. FAO, Rome, Italie. Volume 38.

____ 1986a. Perspectives de l'alimentation. FAO, Rome, Italie. N° 5, juin 1986.

____ 1986b. Role of roots, tubers and plantains in food security in sub-Saharan Africa. Rome, Italie. FAO, Rome, Italie. 21 p.

Gebremeskel, T. 1986. Production, yield, utilization and trade of cassava in Africa. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Document ronéotypé, 38 p.

Janick, J. 1981. Plant science: an introduction to world crops (3rd ed.). W.H. Freeman and Co., San Francisco, CA, États-Unis.

Jones, W.O. 1972. Marketing staple food crops in tropical Africa. Cornell University Press, Ithaca, NY, États-Unis.

Kay, D.E. 1973. Root crops. Tropical Products Institute, Overseas Development Administration, Foreign and Commonwealth Office, Londres, Royaume-Uni.

Onwueme, I.O. 1978. The tropical tuber crops. John Wiley and Sons Ltd, Londres, Royaume-Uni.

Paulino, L.A., Yeung P. 1981. The food situation in sub-Saharan Africa: a preliminary assessment. *In* IFPRI food policy issues and concerns in sub-Saharan Africa. International Food Policy Research Institute, Washington, DC, États-Unis.

Purseglove, J.W. 1969. Tropical crops: dicotyledons. Longman Group Ltd, Londres, Royaume-Uni.

____ 1975. Tropical crops: monocotyledons. Longman Group Ltd, Londres, Royaume-Uni.

Schery, R.W. 1972. Plants for man. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, États-Unis.

RECOMMANDATIONS DE CLÔTURE

La dernière séance du symposium a été consacrée à des discussions au cours desquelles on a tenté de résumer les délibérations du symposium et qui ont donné lieu à l'établissement des huit recommandations suivantes.

En premier lieu, on devrait mettre au point des techniques post-récoltes efficaces afin de diminuer les pertes et de garantir la disponibilité d'aliments transformés d'excellente qualité, d'aliments pour les animaux et de produits industriels issus des plantes-racines et des tubercules.

En deuxième lieu, on devrait organiser un réseau de chercheurs et d'établissements sous l'égide de la SIPRT-DA afin de garantir l'efficacité de la collaboration en matière de recherche sur les plantes-racines en Afrique.

En troisième lieu, on devrait accorder de l'importance à la création de variétés de plantes-racines et de tubercules tolérantes à la sécheresse et pouvant s'adapter à un milieu aride et semi-aride, et on devrait examiner la possibilité d'irriguer les plantes-racines dans ces régions.

En quatrième lieu, on devrait prendre des mesures précises au moyen de la diffusion de publications et de l'organisation d'ateliers et de conférences, afin d'éliminer les préjugés entretenus à l'égard des plantes-racines et des tubercules non seulement pour ce qui est de leur consommation et de leur utilisation mais également pour ce qui est des politiques et des priorités nationales qui influent sur l'affectation des ressources dans ce domaine.

En cinquième lieu, on devrait axer immédiatement la recherche actuelle et future sur la réduction des coûts de production. On devrait également examiner de près l'économie de la production, de l'entreposage, de la transformation, de l'utilisation et de la commercialisation (y compris l'exportation) afin de garantir des prix équitables qui stimulent et soutiennent une production accrue.

En sixième lieu, la SIPRT-DA devrait encourager les responsables des programmes nationaux à recueillir et à compiler des statistiques précises sur la production et la distribution des principales plantes-racines et tubercules et des autres cultures en Afrique, à des fins d'établissement de politiques et de planification.

En septième lieu, les chercheurs travaillant sur les plantes-racines devraient normaliser dans la mesure du possible leurs terminologies, leurs méthodes et leurs systèmes de notation et d'évaluation au champ afin d'assurer des échanges valables dans les domaines d'intérêt mutuel.

En huitième et dernier lieu, à la lumière des dangers liés à l'utilisation inconsidérée de produits agrochimiques dans un milieu tropical, on devrait prendre des mesures immédiates pour surveiller de plus près la commercialisation, l'emploi et l'innocuité des produits agrochimiques recommandés pour les plantes-racines et les tubercules.

SÉLECTION ET CULTURE DU MANIOC

LE MANIOC ET LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

S.K. Hahn, N.M. Mahungu, J.A. Otoo, M.A.M. Msabaha, N.B. Lutaladio et M.T. Dahniya[1]

Le manioc est la plante-racine la plus importante des tropiques. En raison de sa haute valeur énergétique, de l'étalement de sa récolte tout au long de l'année, de sa tolérance à des conditions extrêmes de stress et de son adaptabilité aux systèmes de culture existants en Afrique, le manioc pourrait jouer un rôle important dans l'atténuation de la crise alimentaire en Afrique. L'amélioration des variétés existantes, des pratiques culturales et des techniques de transformation pourrait permettre d'accroître la production et l'utilisation du manioc. Les possibilités de production de manioc en Afrique ainsi que les contraintes qui y sont associées sont examinées en détail.

Le manioc intervient pour environ un tiers de la production totale d'aliments de base en Afrique subsaharienne (FAO 1986). Il est cultivé presque exclusivement pour l'alimentation humaine dans 39 pays africains, qui s'étendent de Madagascar, dans le sud-est, jusqu'au Sénégal, dans le nord-ouest (Hahn et Keyser 1986), et forment une large ceinture où la pluviosité annuelle dépasse 900 mm sur une période de 120–150 jours et l'altitude varie de zéro à 2 000 m. Quatre pays africains (le Mozambique, le Nigéria, la Tanzanie et le Zaïre) figurent parmi les 10 producteurs de manioc les plus importants au monde.

Par rapport à d'autres cultures, le manioc est très efficace sur le plan de la production d'énergie alimentaire en raison de la rapidité et de l'étalement de sa croissance; en outre, il produit 2,2 fois plus de calories par hectare que le maïs (FAO 1986), à un coût moindre en ressources (Hahn et al. 1979; Ikpi et al. 1986). La principale qualité du manioc en tant qu'aliment pour l'homme est qu'il constitue une source énergétique peu coûteuse et abondante (Ikpi et al. 1986). Les 10 pays au monde qui obtiennent la plus grande partie de leur énergie alimentaire du manioc sont situés en Afrique; il s'agit de l'Angola, du Bénin, de la République centrafricaine, des Comores, du Congo, du Libéria, du Mozambique, de la Tanzanie, du Togo et du Zaïre (Horton et al. 1984). La stabilité de la production de manioc, mesurée à l'aide du coefficient annuel de la variation des rendements de 1966 à 1986 (manioc, 4,3 %; maïs, 36,2 %), est la plus élevée de toutes les principales cultures vivrières du monde (TAC 1985). Le manioc est une culture de réserve, car la racine peut être gardée en terre entre 6 et 36 mois après sa plantation et récoltée au fur et à mesure des besoins des agriculteurs. Le manioc est une plante robuste qui supporte assez bien le stress attribuable à des conditions climatiques très défavorables (comme la sécheresse) ou à des parasites et des maladies et qui récupère en présence de conditions favorables; les rendements obtenus sur sol pauvre sont raisonnables.

Les tubercules de manioc sont préparés de nombreuses façons, selon les coutumes et les préférences locales, et ils constituent l'aliment glucidique de base du régime alimentaire. Les feuilles, consommées de préférence en tant que légume vert dans de nombreuses régions d'Afrique, sont une source de protéines, de minéraux et de vitamines. La transformation des tubercules et des feuilles s'avère essentielle si l'on veut éliminer l'acide cyanhydrique et améliorer leur palatabilité avant de les consommer (Hahn 1984).

1. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Les possibilités de production de manioc ainsi que les contraintes qui y sont associées, dans le cadre des systèmes de culture et des circuits alimentaires en vigueur en Afrique, sont examinées dans le présent exposé, et le lien entre, d'une part, ces possibilités et contraintes et, d'autre part, la crise alimentaire qui sévit en Afrique et les besoins futurs du continent en matière de production alimentaire est également étudié.

MANIOC — SYSTÈMES DE CULTURE ET CIRCUITS ALIMENTAIRES

Le manioc a été introduit pour la première fois en Afrique centrale au cours de la dernière moitié du XVI^{e} siècle, puis en Afrique de l'Ouest au début du XVIII^{e} siècle et, enfin, en Afrique de l'Est au début du XIX^{e} siècle (Jones 1959). Par conséquent, le manioc est une culture relativement nouvelle en Afrique. Il a été adopté rapidement par les agriculteurs africains et intégré facilement aux systèmes de culture et circuits alimentaires traditionnels en raison des facteurs suivants :

- sa capacité d'adaptation aux systèmes de culture et circuits alimentaires traditionnels,
- la facilité relative avec laquelle on peut le cultiver et le transformer,
- la possibilité d'étaler sa récolte tout au long de l'année et la protection qu'il offre contre l'obtention de mauvaises récoltes,
- ses besoins peu élevés en facteurs de production ou en ressources, et
- son rendement relativement élevé en énergie alimentaire (calories) par calorie fournie par le facteur travail (Hahn et al. 1979).

La capacité du manioc à s'adapter à de courtes périodes de jachère a facilité la propagation de cette culture et a amélioré les rotations culturales et les associations végétales, ce qui a permis de produire plus d'aliments pour un plus grand nombre de personnes (Morgan 1959). En conséquence, les régions où le manioc a été introduit tôt sont maintenant les plus populeuses d'Afrique (Morgan 1959), comme le sud-est du Nigéria, l'est et le nord de la Tanzanie et l'ouest du Zaïre. Ainsi, le rôle du manioc en Afrique est associé à la croissance démographique, à la sécurité des approvisionnements alimentaires et à la durée réduite des jachères forestières. Il en résulte une diminution de la fertilité du sol et une demande conséquente d'aliments de base moins coûteux dans les régions urbaines (Okigbo et Greenland 1976).

Généralement, le manioc est considéré comme une culture destinée à assurer la subsistance des familles à faible revenu ou comme une culture de réserve en cas de famine, bien qu'elle soit plus importante que cela. Environ 60 % de la production de manioc des ménages de la région d'Oyo, au Nigéria (où les ignames et les céréales sont depuis toujours les aliments de base les plus importants), est vendue pour la transformation (en gari surtout); le reste, 40 %, est consommé à la maison. Peu importe l'âge (de 2 à 82 ans) et le niveau de revenu, les personnes de la région consomment du manioc sous une forme ou sous une autre (Ikpi et al. 1986). On peut donc penser que, dans les régions comme celle d'Oyo, l'importance du manioc influe sur les besoins sociaux et est influencée par ces besoins, lesquels sont le résultat de la pression démographique, de la pénurie de main-d'oeuvre agricole et de la dégradation de l'environnement.

DIMINUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DES TERRES AGRICOLES

Le manioc est cultivé surtout dans les ultisols et les oxisols des terres basses et humides de l'Afrique tropicale (c'est-à-dire, là où les précipitations sont égales ou supérieures à l'évapotranspiration potentielle pour une période de 6 à 8 mois chaque année). Ces sols ont au départ une faible fertilité et sont difficiles à cultiver. Dans ces régions d'Afrique, des pressions démographiques croissantes ont amené une diminution marquée de la durée des jachères, résultant dans des sols de moins en moins fertiles, une faible productivité (Hartmans 1981) et une plus grande vulnérabilité des cultures à la sécheresse.

Le problème tient à la fois aux conditions édaphiques et climatiques. La plupart des régions productrices de manioc reçoivent au cours d'une année de très légères précipitations suivies par de longues périodes de fortes pluies, si bien que le manioc qui est cultivé pendant plus d'une année doit s'adapter à ces deux saisons distinctes. Généralement, les sols des régions tropicales humides ont une structure instable et sont vulnérables à l'érosion parce que la flore au sol est moins développée, parce que la couche d'humus est plus mince et que la matière organique se décompose plus rapidement à des températures élevées et parce que les pluies sont plus fréquentes et plus intenses (Lal 1983).

Le bassin où l'on pratique l'agriculture sur des terres partiellement déboisées (système traditionnel) a accusé une perte totale de 9,6 mm d'eau de ruissellement et de 0,03 t/ha de sol sur une période de 3 ans, à Ibadan (Nigéria), tandis que la perte, sur les parcelles mécaniquement déboisées, a été de 580,6 mm d'eau de ruissellement et de 15 t/ha de sol (Lal 1983). En Afrique, le taux annuel de formation de nouveau sol, dans le cas des ultisols, est estimé à environ 0,011–0,045 mm, ce qui signifie qu'il faut approximativement de 250 à 1 000 ans pour former 1 cm de couche arable fertile (Lal 1983). Le sol exposé par l'érosion n'est pas un milieu favorable à la croissance des racines et à la tubérisation, et les cultures ne réagissent pas à la fertilisation. On peut donc voir qu'il est difficile au cours d'une vie de régénérer une couche arable utile et de l'utiliser pour la production du manioc, une fois que les couches superficielles ont été emportées par l'érosion. Les auteurs ont souvent constaté en Afrique tropicale que même les mauvaises herbes ne repoussent pas sur les terres agricoles où il y a eu une importante érosion.

L'éclaboussement du sol est négativement corrélé avec l'indice foliaire (r = -0,93), et l'érosion du sol diminue de façon exponentielle avec la croissance du couvert (Lal 1983). Durant les trois à quatre premiers mois, le couvert du manioc est ouvert et, par conséquent, le sol se trouvant sous les plants est davantage sensible à l'érosion que le sol se trouvant sous des plants de maïs dont le couvert se développe rapidement. Cependant, il est possible de protéger le sol contre les effets érosifs des pluies en choisissant des variétés de manioc ou des associations végétales qui établissent leur couvert tôt ou qui ont un couvert serré.

Le manioc ne tolère pas un excès d'eau dans le sol et il est cultivé par conséquent sur des terres hautes bien drainées ou sur de larges talus ou buttes dans des sols saturés. Bien que le manioc puisse survivre 4 à 6 mois de temps sec, le stress attribuable à l'humidité du sol retarde sa croissance (Ike 1982), et encore plus lorsque le système radiculaire est peu développé et que la densité apparente du sol est élevée (Lal 1981).

ACCUSATIONS NON JUSTIFIÉES PORTÉES CONTRE LE MANIOC

Généralement, le manioc est la dernière culture à intervenir dans les assolements précédant la jachère forestière parce qu'il ne réagit pas aussi bien que les céréales à la culture en sol riche et que les céréales ne croissent pas aussi bien que le manioc sur des sols pauvres et surexploités. Par conséquent, le sol est relativement moins fertile au moment de la plantation du manioc. Cependant, comme le manioc est la dernière culture, on l'accuse à tort d'être responsable de la dégradation du sol. De fait, la culture continue ou fréquente du manioc cause une dégradation du sol, mais les dommages sont plus évidents lorsqu'il s'agit de cultures vivrières annuelles.

Un grand nombre de consommateurs et de non-consommateurs de manioc considèrent le manioc comme un aliment inférieur en raison de sa faible teneur protéique, bien que les feuilles de manioc (consommées comme légume) contiennent des protéines de qualité représentant 26,1 % de la matière sèche (Hahn 1983). Lorsque des personnes dont le régime alimentaire contenait du manioc meurent de paraparésie, on rend le manioc seul responsable à cause de sa teneur en acide cyanhydrique, bien que d'autres plantes cyanogénétiques, des champignons toxiques ou d'autres substances toxiques aient pu faire partie de leur alimentation. Dans le district de Memba, dans le nord du Mozambique, il y a eu une sécheresse importante en 1981, et toutes les cultures sont mortes, sauf le manioc. Comme le manioc est un aliment de base dans cette région, de nombreuses personnes ont mangé du manioc insuffisamment transformé et ne

contenant pas de compléments riches en protéines. Des symptômes de paraparésie spasmodique sont apparus chez plus de 1 000 personnes ayant consommé ce manioc (Rosling 1986). Dans des conditions de famine aussi inhabituelles que celles-là, le manioc, ayant été la seule culture à survivre à la sécheresse, a permis de nourrir les habitants, mais on l'a accusé d'être à l'origine de tous les cas de paraparésie. Cependant, sans le manioc, des milliers de personnes seraient mortes de faim, y compris celles qui ont eu des symptômes de paraparésie. L'État du Kerala, en Inde, est la seule région qui, malgré une forte population, n'a jamais connu la famine, et cela est dû au fait qu'on y pratique la culture extensive du manioc.

Lorsqu'il y a une incidence élevée de goitre endémique, on incrimine en premier lieu le manioc. Pourtant, le manioc n'est pas la seule plante goitrigène. Certains composés organiques et des bactéries se trouvant dans l'eau potable sont également goitrigènes. Un manque d'iode dans l'eau potable ou une ingestion excessive d'iode peut aussi causer le goitre (Gaitan 1983).

Le manioc est couramment tenu responsable de la malnutrition à cause de la teneur protéique peu élevée de ses racines, laquelle est réduite davantage par la transformation. Cependant, une carence nutritionnelle de cet ordre ne se traduit pas nécessairement par de la malnutrition, car même les familles les plus pauvres (en milieu rural et en milieu urbain) ne consomment pas uniquement des produits du manioc. Le manioc est toujours accompagné d'autres plats qui fournissent les éléments nutritifs qui lui font défaut (Ikpi et al. 1986).

L'élimination du manioc des systèmes de culture et circuits alimentaires existants en Afrique signifierait la famine et la mort pour des millions de personnes. Le manioc mérite qu'on lui accorde une attention spéciale, car cette plante a sauvé de nombreuses vies en Afrique.

RESSOURCES AGRICOLES : ENGRAIS

Les engrais constituent une donnée essentielle de l'agriculture moderne. Les agriculteurs africains appliquent annuellement environ 18 kg/ha d'engrais sur leurs terres cultivées, comparativement à 67 kg/ha en Asie et 218 kg/ha en Europe de l'Ouest. La quantité d'éléments nutritifs fertilisants utilisée chaque année dans toute l'Afrique est environ la même que pour l'Allemagne de l'Ouest (Sheldon et al. 1984).

Le manioc réagit à la fertilisation dans des sols pauvres; cependant, pour que cela réussisse, il faut que les propriétés chimiques, physiques et biologiques des sols soient adéquates. Par conséquent, le simple ajout d'engrais chimiques ne permet pas de régler la plupart des problèmes de culture liés à la qualité du sol. De plus, les agriculteurs ne peuvent pas se procurer facilement des engrais à des prix raisonnables, et il est peu probable que cette situation s'améliore dans un avenir immédiat dans de nombreuses régions d'Afrique.

PERFORMANCE DU MANIOC SOUMIS AU STRESS DU MILIEU

On sait que le manioc peut fournir des rendements appréciables en glucides sur des sols trop pauvres pour soutenir la croissance d'autres cultures (Asher et al. 1980). Les sols africains plantés en manioc sont surexploités et possèdent les caractéristiques suivantes : une faible fertilité, un degré d'acidité élevé, une forte teneur en aluminium et une faible teneur en matière organique; en outre, ils sont peu profonds et très compacts, ils retiennent très peu l'humidité du sol et, à certaines époques de l'année, leur température est élevée. Dans l'est du Nigéria, où la densité de population est élevée (de 750 à 1 000 personnes au km^2), on a obtenu des rendements de 2,0 t/ha de manioc sur des sols qui sont pauvres en N (0,09 méq/100 g), en P (9,77 méq/100 g), en K (0,11 méq/100 g) et en composés organiques (1,20 %), qui sont fortement acides (pH de 4,45) (Lagemann 1977), qui ont une faible capacité d'échange cationique (2,5 méq/100 g) et qui ont un taux de saturation en bases de seulement 19 % (Edwards et Kang 1978). Dans ce genre de sol, les rendements en manioc ont été de 79 ou 80 % des rendements maximaux, avec des applications modérées de chaux (1,0–1,6 t/ha), tandis que, dans le cas du sorgho et du niébé, les rendements ont été respectivement de seulement 9,5 et 52 %. Les semis de maïs ont péri tôt après leur

émergence (Edwards et Kang 1978). Ces résultats montrent que le manioc donne de meilleurs rendements que toute autre culture vivrière sur des sols peu fertiles et fortement acides, qu'il est très tolérant à l'acidité et qu'il n'accuse qu'une faible réduction de rendement, sinon aucune, dans des sols ayant un pH aussi bas que 4,3 (Edwards et Kang 1978). Le manioc tolère également mieux que toute autre culture des sols ayant des concentrations élevées en aluminium (Edwards et Kang 1978) et des pH peu élevés. Il peut tolérer aussi des sols dont le complexe d'échange cationique est saturé à 90 % en aluminium, ainsi que des sols pauvres en calcium (Edwards et Kang 1978).

Lorsque le sol est sec, le manioc peut obtenir de l'eau à de grandes profondeurs dans le sol (Ghuman et Lal 1983). Sa capacité physiologique de rétention d'eau dans des conditions arides est grande. L'eau et les éléments nutritifs mis en réserve dans les tubercules et les tiges de la plante de manioc durant les périodes pluvieuses semblent être bien mobilisés pour retenir les feuilles et continuer les fonctions physiologiques lorsqu'arrivent de courtes périodes d'aridité.

Pendant des périodes de sécheresse importantes, le manioc se montre très conservateur dans l'utilisation de son eau : il réduit l'indice foliaire et ferme ses stomates, réduisant ainsi la transpiration potentielle. Les feuilles qui restent sur la plante ont une remarquable capacité de photosynthèse lorsque reviennent les pluies (Cock 1982). Le manioc ralentit sa croissance durant les périodes de sécheresse, mais il récupère rapidement lorsque les taux d'humidité s'élèvent, d'où sa capacité de tolérer le stress dû à la sécheresse.

La fourchette des températures optimales de la rhizosphère est légèrement plus large dans le cas du manioc que dans celui des cultures à grain comme le maïs ou le soja (Lal 1981), bien qu'une température excédant 35 °C associée à une humidité du sol réduite peut entraîner une diminution de rendement importante (Okigbo 1979).

Les racines du manioc peuvent vivre en association symbiotique avec des champignons, ce qui accroît leur capacité d'absorption du phosphore et son utilisation par la plante. L'inoculation du manioc avec un champignon mycorhizien, *Glomus mossea*, a permis d'obtenir une augmentation significative du rendement en matière sèche et de l'absorption du phosphore (Hahn et al. 1981).

Les rapports érosion du sol–rendement et ruissellement–rendement ont été plus élevés lorsque les assolements comprenaient du manioc (Lal 1983), ce qui indique que le manioc a donné lieu à une amélioration des rendements ainsi qu'à une diminution de l'érosion du sol et du ruissellement. Cela est attribuable au fait que l'érosion du sol a diminué de façon exponentielle avec l'accroissement du couvert produit par le manioc (Lal 1983). Les variétés de manioc ou les combinaisons de cultures qui permettent l'établissement hâtif d'un couvert fermé protègent le sol contre les effets des pluies. Les cultures mixtes traditionnelles regroupant le manioc et le maïs ou l'arachide et d'autres cultures ont résulté dans une plus grande réduction du ruissellement et de la perte de sol que les monocultures de maïs ou de manioc (Lal 1983).

Lorsque son couvert est entièrement développé, le manioc ombrage complètement les mauvaises herbes, réduisant les besoins en main-d'oeuvre pour le désherbage. Le manioc est moins attaqué par les animaux tels que les oiseaux, les rongeurs et les singes que les autres cultures vivrières.

LE MANIOC ET LA CRISE ALIMENTAIRE

La production d'aliments par habitant, en Afrique, diminue, tandis qu'elle augmente en Asie et en Amérique latine (Fig. 1). La crise alimentaire en Afrique n'est ni une catastrophe naturelle soudaine ni simplement le résultat d'un manque de pluies. Elle est plutôt attribuable à un certain nombre de facteurs reliés entre eux : des pluies insuffisantes, un sol pauvre, des maladies et des parasites des plantes, et des facteurs socioéconomiques (Timberlake 1985). La crise alimentaire résulte d'un bris dans les rapports entre les habitants et les systèmes de soutien environnementaux (Timberlake 1985).

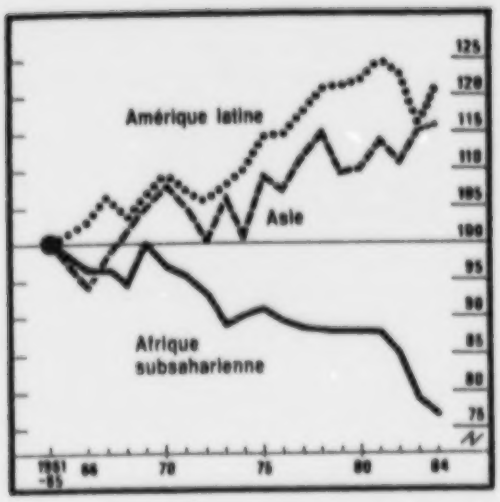


Fig. 1. Production alimentaire par habitant (moyenne de 1961–1965 = 100) en Afrique subsaharienne, comparativement à l'Amérique latine et à l'Asie. Source : adaptation du *The Economist*, mai 1985.

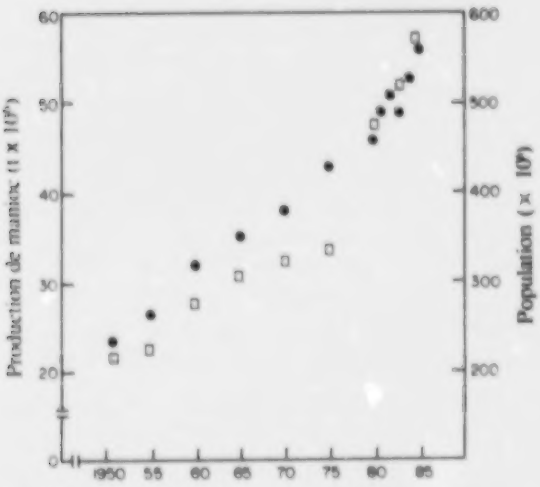


Fig. 2. Production de manioc (●) et croissance démographique (□) en Afrique.

Depuis 1950, la production annuelle de manioc en Afrique a augmenté de façon constante, mais elle n'a pas suivi le rythme de la croissance démographique à partir de 1980 (Fig. 2). De façon générale, l'augmentation de la production est due à un accroissement des superficies cultivées plutôt que des rendements (FAO 1986). Plus la terre est pauvre, plus la superficie nécessaire à la production de manioc est grande. Les faibles rendements en manioc attribuables aux maladies et aux parasites donnent lieu, en compensation, à une expansion de la superficie consacrée à la culture de cette denrée. La demande projetée de plantes-racines et de tubercules, y compris le manioc, pour l'année 1995 à partir des tendances passées de la production (1966–1981) montre que la production augmentera de seulement 22 millions de tonnes, tandis que la demande totale de plantes-racines et de tubercules en Afrique augmentera de 42 millions de tonnes, résultant dans un déficit de 20 millions de tonnes (FAO 1986). À moins d'une augmentation de la production de plantes-racines et de tubercules (principalement le manioc), le déficit devra être comblé très probablement par des céréales importées, lesquelles sont coûteuses. Aux prix actuels, le coût de ces céréales importées pourrait atteindre 1 milliard de dollars américains par année (FAO 1986).

L'aide alimentaire donnée ou consentie à des taux d'intérêt réduits aux gouvernements africains tend à faire baisser les prix agricoles locaux et réduit de façon marquée la consommation des aliments locaux, en particulier le manioc, dans les villes. La tendance à consommer du pain fait de blé importé s'est répandue des grandes villes vers un grand nombre de petites villes et de villages, modifiant ainsi les habitudes de consommation en faveur des céréales importées. Les importations d'aliments peu coûteux profitent aux villes, mais affaiblissent les régions rurales. Le développement urbain attire les ruraux vers les villes, dégarnissant les villages de leur main-d'oeuvre agricole (Timberlake 1985).

L'utilisation des meilleures terres pour les cultures commerciales telles que la canne à sucre et le thé — qui requièrent presque toujours moins de main-d'oeuvre que les cultures vivrières — repousse un grand nombre d'exploitants pratiquant l'agriculture de subsistance vers des terres plus pauvres et ne convenant pas à l'agriculture vivrière. Non seulement les cultures vivrières souffrent d'une pénurie de terres et de main-d'oeuvre, mais elles souffrent également d'un manque d'intérêt général de la part des chercheurs, des spécialistes de la vulgarisation et des

offices de commercialisation, et le manioc est une des cultures les plus négligées à cet égard. Les cultures commerciales bénéficient de plus d'aide, de conseils et de financement que le manioc de la part non seulement des gouvernements mais aussi des agences de développement nationales et internationales et des banques de développement. On leur consacre également davantage de fonds de recherche en vue de l'amélioration des rendements et du développement de variétés résistantes à la sécheresse, aux maladies, aux insectes nuisibles, etc. (Timberlake 1985).

De nombreux pays africains souhaitent mettre en oeuvre chez eux la révolution verte, à base de céréales, que connaissent l'Asie et l'Amérique latine, mais les politiques gouvernementales n'ont pas appuyé ce souhait dans un grand nombre de régions de l'Afrique subsaharienne où les conditions agroécologiques ne conviennent pas à la culture céréalière et qui n'ont pas les infrastructures appropriées (FAO 1986).

PERSPECTIVES D'AVENIR

La tolérance du manioc à des conditions de stress extrêmes, son efficacité biologique en tant que producteur d'énergie alimentaire, ses besoins peu élevés en ressources de production, l'étalement de sa récolte tout au long de l'année et son adaptabilité aux systèmes de culture favoriseront l'adoption de cette plante par les agriculteurs africains. Avec l'amélioration des variétés, des pratiques culturales et des techniques de transformation, on pourrait faire en sorte de maintenir ou d'accroître le rendement des cultures et la qualité des produits (par exemple, le gari qui est un des meilleurs produits transformés du manioc en termes de facilité d'utilisation, de conservation et de transport, en Afrique) en utilisant moins de terres et de main-d'oeuvre. Pour ces raisons, le manioc s'avère très prometteur comme culture de l'avenir dans le cadre de la lutte menée par l'Afrique pour atteindre l'autosuffisance et la sécurité alimentaires au niveau des ménages, grâce à une augmentation de sa production et de sa consommation (Ikpi et al. 1986). La crise alimentaire en Afrique se traduit par une pénurie d'aliments non seulement pour l'homme mais également pour le bétail. La sécheresse, par exemple, touche les aliments destinés à la fois à l'homme et au bétail. Par conséquent, cette plante vigoureuse qu'est le manioc pourrait jouer un rôle important à l'avenir en tant qu'aliment pour le bétail en Afrique. L'avenir du manioc en terre africaine dépend des politiques et des activités des gouvernements et des agences des Nations Unies à l'égard de la culture de cette plante (Ikpi 1986). Cependant, peu importe les politiques gouvernementales, le manioc demeurera sans aucun doute un important aliment de base pour des millions de personnes dans un avenir prévisible, en Afrique.

BIBLIOGRAPHIE

Asher, C.J., Edwards, D.G., Howeler, R.H. 1980. Nutritional disorders of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Université du Queensland, St. Lucia, Queensland, Australie. 48 p.

Cock, J.M. 1982. Cassava: a basic energy source in the tropics. Science (Washington, DC), 218, 755-762.

Edwards, D.G., Kang, B.T. 1978. Tolerance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to high soil acidity. Field Crops Research, 1, 337-346.

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 1986. Role of roots, tubers and plantains in food security in sub-Saharan Africa. Rapport au Comité de la sécurité alimentaire mondiale, 11e séance, 9-16 avril 1986, Rome, Italie. FAO, Rome, Italie. 21 p.

Gaitan, E. 1983. Le rôle d'autres goitrogènes naturels dans l'étiologie du goitre endémique. *In* Delange, F., Ahluwalia, R., éd., La toxicité du manioc et la thyroïde : recherches et questions de santé publique — Compte rendu d'un colloque, 31 mai-2 juin 1982, Ottawa, Canada. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-207f, 28-35.

Ghuman, B.S., Lal, R. 1983. Mulch and irrigation effects on plant-water relations and performance of cassava and sweet potato. Field Crops Research, 7, 13-29.

Hahn, S.K. 1983. La recherche pour abolir les obstacles à la production et à l'utilisation du manioc en Afrique. *In* Delange, F., Ahluwalia, R., éd., La toxicité du manioc et la thyroïde : recherches et questions de santé publique — Compte rendu d'un colloque, 31 mai-2 juin 1982, Ottawa, Canada.

Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-207f, 99-109.

——— 1984. Tropical root crops: their improvement and utilization. Document fondé sur un exposé présenté lors d'une conférence organisée par les Offices agricoles du Commonwealth sur l'amélioration de la production agricole en Afrique, 13-17 février 1984, Arusha, Tanzanie. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Document de la conférence n° 2, 28 p.

Hahn, S.K., Kang, B.T., Ayanaba, A. 1981. Cassava varietal response to mycorrhizal fungi in phosphate deficient soils. *In* GIAM VI: Global impacts of applied microbiology. Academic Press Inc. Ltd, Londres, Royaume-Uni. p. 128-132.

Hahn, S.K., Keyser, J. 1985. Cassava: a basic food of Africa. Outlook on Agriculture, 14, 95-100.

Hahn, S.K., Terry, E.R., Leuschner, K., Akobundu, I.O., Okali, C., Lal, R. 1979. Cassava improvement in Africa. Field Crops Research, 2, 193-226.

Hartmans, E.H. 1981. Land development and management in tropical Africa. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. 21 p.

Horton, D., Lynam, J., Knipscheer, H. 1984. Root crops in developing countries — an economic appraisal. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 4-39.

Ike, I.F. 1982. Effect of water deficits on transpiration, phytosynthesis and leaf conductance in cassava. Physiologia Plantarum, 55, 411-414.

Ikpi, A.E., Gebremeskel, T., Hahn, N.D., Ezumah, H., Ekpere, J.A. 1986. Cassava — a crop for household food security: a 1986 situation analysis from Oyo Local Government Area, Nigeria. *In* IITA-UNICEF consultation on promotion of household food production and nutrition, 2-8 March 1986. Fonds des Nations Unies pour l'enfance, New York, NY, États-Unis. 113 p.

Jones, W.O. 1959. Manioc in Africa. Stanford University Press, Stanford, CA, États-Unis. 315 p.

Lal, R. 1981. Effets de l'humidité et de la compacité des sols sur le développement et la production de deux cultivars de manioc. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales - Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 110-116.

——— 1983. Soil erosion in the humid tropics with particular reference to agricultural land development and soil management. *In* Hydrology of humid tropical regions. Association internationale des sciences hydrologiques, Budapest, Hongrie. Publication n° 140, 221-234.

Morgan, W.B. 1959. The influence of European contacts on the landscape of southern Nigeria. Geographic Journal, 125, 48-64.

Okigbo, B.N. 1979. Effects of methods of seed bed preparation and mulching on cassava yield. *In* Lal, R., éd., Soil tillage and crop production. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Proceedings Series 2, 75-92.

Okigbo, B.N., Greenland, D.J. 1976. Intercropping systems in tropical Africa. *In* Stelly, M., éd., Multiple cropping. American Society of Agronomy, Madison, WI, États-Unis. Special Publication 27, 63-101.

Rosling, H. 1986. Cassava, cyanide, and epidemic spastic paraparesis: a study in Mozambique on dietary cyanide exposure. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala, Suède. 52 p.

Sheldon, V.L., McCune, D.L., Parish, O.H. 1984. Fertilizers in Africa's agricultural future. *In* Hawksworth, D.L., éd., Proceedings of the conference on advancing agricultural production in Africa. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Royaume-Uni. p. 163-169.

TAC (Technical Advisory Committee). 1985. Review of CGIAR priorities and future strategies. Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale. Organisation pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.

Timberlake, L. 1985. Africa in crisis: the causes, the cures of environmental bankruptcy. Earthscan, Londres, Royaume-Uni. 232 p.

ÉVALUATION DES SOURCES ET DES DOSES D'ENGRAIS AZOTÉS POUR LES CULTURES INTERCALAIRES DE MANIOC–MAÏS

B.O. Njoku et S.O. Odurukwe[1]

L'efficacité de cinq engrais azotés a été évaluée : trois engrais rapidement solubles, le sulfate d'ammoniaque (SA), le nitrate d'ammonium et de calcium (NAC) et l'urée, ainsi que deux engrais à libération lente, l'urée enrobée de soufre à taux de dissolution de 11 % (UES–11) en 7 jours et l'urée enrobée de soufre à taux de dissolution de 30 % (UES–30) en 7 jours. Quatre doses de fertilisation ont été mises à l'essai sur des cultures intercalaires de manioc–maïs pendant deux saisons de culture dans la zone de fortes pluies du Nigéria. Les parcelles de manioc traitées au NAC ont donné des rendements significativement plus élevés en tubercules et en amidon que celles ayant reçu du SA et les deux engrais à libération lente. L'urée s'est avérée la deuxième meilleure source d'azote, bien que les parcelles traitées avec cet engrais n'aient pas fourni des rendements significativement plus élevés que les autres parcelles. Les plants de maïs fertilisés à l'urée ont produit beaucoup plus de grain que ceux qui ont reçu de l'azote sous les autres formes. L'augmentation jusqu'à 100 kg N/ha de la dose d'azote a donné lieu à un accroissement significativement plus élevé du rendement en grain de maïs et à une baisse non significative du rendement en tubercules de manioc. Les rendements en énergie totale des parcelles traitées au NAC étaient les plus élevés, de façon significative. Les résultats indiquent que l'application de 100 kg N/ha sous la forme de NAC ou d'urée aux cultures intercalées de manioc et de maïs donne les meilleurs résultats dans cette zone de fortes pluies.

Le manioc (*Manihot esculenta* Cranz) est un aliment de base de première importance au Nigéria. Dans le sud du pays, on l'intercale souvent avec des cultures ayant une durée de végétation plus courte comme le maïs, le niébé, la coloquinte et les légumes à feuilles. L'association manioc–maïs domine dans les systèmes de culture de cette région parce que le maïs parvient à maturité lorsqu'il y a pénurie de nombreuses autres denrées alimentaires.

Malgré les avantages des cultures intercalaires (Okigbo et Greenland 1976; Ezumah et Okigbo 1980), il est difficile d'appliquer des engrais et des herbicides qui profitent également aux cultures intercalées et de mécaniser les pratiques culturales. L'écart existant entre les périodes où la demande en éléments nutritifs des cultures est la plus forte peut donner lieu à une utilisation peu efficace de l'engrais appliqué, en particulier dans le cas des cultures ayant des durées de végétation différentes. Les engrais appliqués sur un ultisol kaolinique sont rapidement lessivés des horizons de surface (Pleysier et Juo 1981; Arora et Juo 1982), et une grande partie de l'azote (N) appliqué aux cultures intercalées de manioc et de maïs est entraînée par l'eau de drainage (Njoku et al. 1984).

Il existe peu d'information sur les pratiques de fertilisation pour les cultures multiples. On possède certaines données sur la fertilisation azotée des cultures intercalaires à base de maïs comme le maïs–riz (IIRR 1974), le maïs–pois cajan (Dalal 1974) et le manioc–maïs (Oelsligle 1974).

Certaines propositions ont été faites concernant la fertilisation des cultures multiples, tenant compte de l'épandage en plein et de l'incorporation d'éléments nutritifs relativement immobiles au moment le plus approprié (Oelsligle et al. 1976). Des éléments nutritifs mobiles peuvent être

1. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria.

ajoutés en surface au moment convenant le mieux aux besoins des différentes cultures en cause. Kang et Wilson (1981) ont constaté que le maïs intercalé avec du manioc réagissait de manière significative à la fertilisation azotée, contrairement au manioc.

Le présent rapport fait état de l'efficacité de cinq sources de fertilisation azotée appliquées aux cultures intercalaires de manioc–maïs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'essai a été mené en 1981 et en 1982 à la ferme expérimentale du National Root Crops Research Institute, à Umudike (05° 29′ N, 07° 33′ E), où la pluviosité annuelle moyenne est de 2 170 mm. Le sol est un loam sableux, paleudult kaolinique type. Avant d'être mis en culture, le sol possédait les propriétés chimiques suivantes : un pH (dans un mélange 1:1 sol–eau) de 5,4; 1,32 % de C organique; 0,12 % de N total; 5,6 ppm de P extractible Bray-1; 1,92, 0,27, 0,13 et 0,04 méq/100 g respectivement de Ca, de Mg, de K et de Na extractibles à l'acétate d'ammonium 1 *N*; et une acidité d'échange de 0,82 méq/100 g.

L'efficacité de trois engrais azotés rapidement solubles a été évaluée, soit le sulfate d'ammoniaque (SA), le nitrate d'ammonium et de calcium (NAC) et l'urée, et de deux engrais à libération lente, soit l'urée enrobée de soufre à taux de dissolution de 11 % (UES-11) en 7 jours et l'urée enrobée de soufre à taux de dissolution de 30 % (UES-30) en 7 jours, pour quatre doses d'application : 0, 50, 100 et 150 kg N/ha. La variété de manioc TMS 30211, idéale comme culture intercalaire avec le maïs (Ezeilo 1978), et la variété de maïs FARZ 27 ont été utilisées et plantées le 19 mai en alternance sur labour à plat, à des densités respectives de 10 000 et 40 000 pieds/ha. Une fumure de redressement composée de 120 kg de K/ha sous forme de muriate de potasse, de 40 kg P/ha sous forme de superphosphate simple et de 10 kg Mg/ha sous forme de sulfate de magnésium a été appliquée à chaque parcelle. Tous les traitements de fertilisation ont été épandus en plein deux semaines après la plantation. Le terrain d'expérience était disposé en parcelles subdivisées regroupées en blocs aléatoires complets, avec trois répétitions. Les doses de N ont été assignées aux parcelles principales, et les sources de N, aux sous-parcelles. En 1982, on a répété l'expérience sur un sol acide (pH, 4,7). De la chaux a été appliquée à une dose de 2 t/ha une semaine avant la date de plantation, le 14 avril. Les cultures de manioc ont subi une sécheresse importante pendant environ 4 mois.

Le poids de la paille et le rendement en grain ont été notés, une fois les cultures de maïs parvenues à maturité, et les feuilles et les tubercules de manioc ont été récoltés à 12 mois. Des échantillons représentatifs d'au moins trois tubercules de chaque parcelle ont été choisis et leur teneur en amidon et en matière sèche a été établie immédiatement après la récolte. Lorsque l'analyse ne pouvait être faite immédiatement, les échantillons provenant des mêmes parcelles répétées ont été conservés dans des sacs scellés en polyéthylène, au réfrigérateur, jusqu'au lendemain. L'amidon a été extrait de la pulpe et dosé d'après la méthode d'Obigbesan (1977). Les rendements en énergie ont été calculés d'après les valeurs présentées par Oyenuga (1968). L'analyse statistique a porté sur les données combinées des 2 années.

RÉSULTATS

RENDEMENT EN MAÏS

Le maïs traité à l'urée a donné un rendement en grain sensiblement plus élevé que le maïs traité au SA, au NAC ou à l'UES–11 (Fig. 1a). Par ailleurs, le traitement à l'urée n'a pas permis d'obtenir un rendement en grain significativement plus élevé que le traitement à l'UES–30.

Chaque dose supplémentaire de N jusqu'à 100 kg/ha a donné lieu à une augmentation du rendement en grain ($P = 0,01$), mais à une diminution de 4 % à des doses supérieures. Le rendement en paille de maïs n'a pas augmenté de façon significative par les sources de N

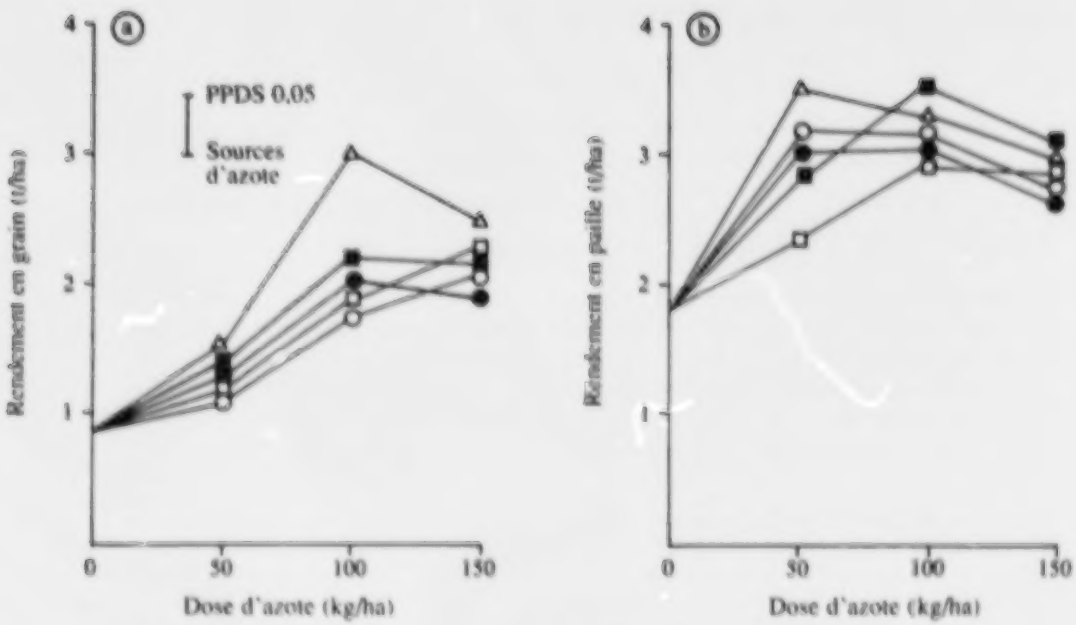


Fig. 1. Effet des sources et des doses d'azote sur les rendements en grain (a) et en paille (b), pour le maïs.
Sources : ●, SA; ○, NAC; △, urée; □, UES-11; ■, UES-30.

(Fig. 1b), bien que cette augmentation ait été de 4 à 16 % supérieure avec l'urée, comparativement aux autres sources de N. L'application de 50 kg N/ha a permis une augmentation significative ($P = 0,01$) du rendement en paille par rapport à la parcelle témoin. Des doses supérieures de N jusqu'à 100 kg/ha n'ont entraîné que des augmentations légères du rendement. L'interaction entre la dose de N et la source de N n'a pas été significative pour le rendement en grain ou en paille de maïs, mais l'interaction entre l'année et la source de N a été significative pour le rendement en paille de maïs.

RENDEMENT EN MANIOC

Les parcelles traitées au NAC ont donné des rendements plus élevés en tubercules frais que celles fertilisées avec les autres sources de N, mais les différences n'étaient pas significatives (Fig. 2a). L'accroissement du rendement a varié entre 11 % pour les parcelles traitées à l'urée et 21 % pour celles ayant reçu de l'UES-30. Seul le rendement en tubercules des parcelles traitées au NAC a dépassé celui de la parcelle témoin, tandis que le rendement en tubercules des parcelles ayant reçu des doses de 50 et de 100 kg N/ha était inférieur de 3,3 et de 7,2 % respectivement à celui de la parcelle témoin.

Les parcelles fertilisées au NAC ont donné des rendements en amidon significativement plus élevés (de 16 à 35 %) que celles traitées au SA, à l'UES-11 ou à l'UES-30 (Fig. 2b). (à) l'exception des parcelles traitées au NAC, les rendements en amidon des autres parcelles ont été de 3 à 16 % inférieurs au rendement de la parcelle témoin. Le rendement en amidon a diminué de 11 % pour toutes les doses de N jusqu'à 100 kg/ha. Le rendement en matière sèche des tubercules (non illustré) a suivi la même tendance que le rendement en amidon.

L'interaction entre la dose de N et la source de N n'a pas été significative pour aucun des paramètres de rendement du manioc. L'indice d'utilisation (IU), mesure du rapport entre le poids des tubercules et le poids des feuilles, était peu élevé, soit 0,69, 0,66, 0,62, 0,58, 0,58 et 0,69 pour les parcelles fertilisées au SA, au NAC, à l'urée, à l'UES-11 et à l'UES-30 et pour la parcelle témoin, respectivement. Les parcelles traitées au NAC ont eu un rendement en énergie significativement plus élevé que celles fertilisées avec les autres sources de N (Tableau 1). Ici encore, l'urée s'est

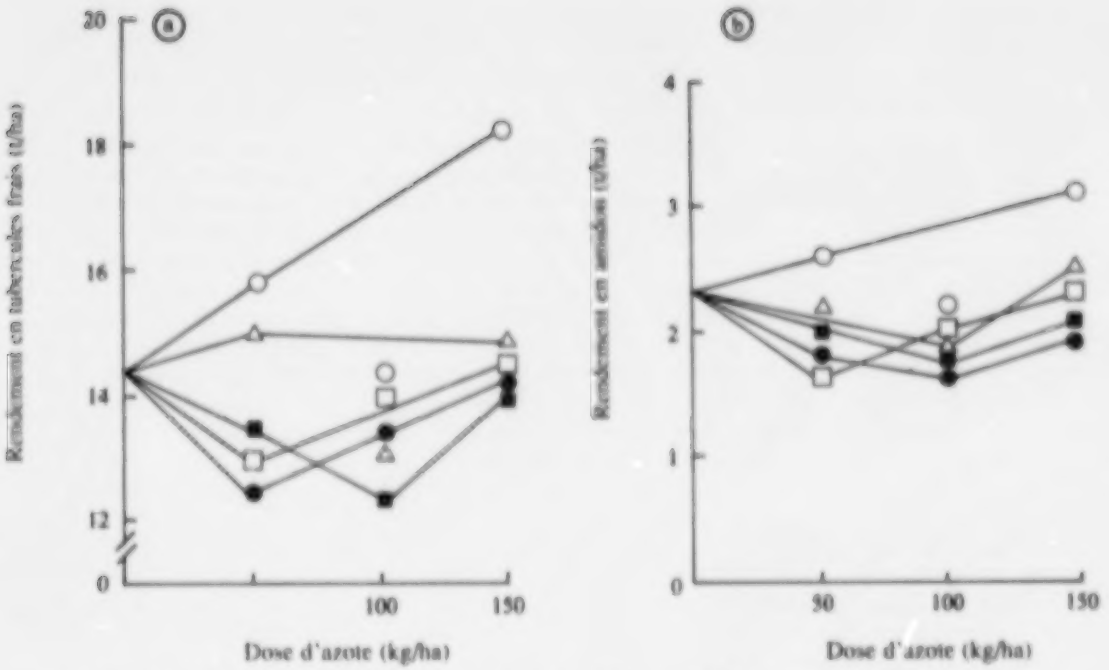


Fig. 2. Effet des sources et des doses d'azote sur les rendements en tubercules frais (a) et en amidon (b), pour le manioc. Sources : ●, SA; ○, NAC; △, urée; □, UES-11; ■, UES-30.

avérée la deuxième meilleure source de N. Nous avons noté une augmentation linéaire, mais non significative, du rendement en énergie avec l'accroissement des doses de N (Tableau 1). Le rendement en énergie des parcelles de maïs était équivalent à environ 20 % de celui des parcelles de manioc (non illustré).

DISCUSSION

L'importance et l'intensité des pluies dans le sud-est du Nigéria occasionnent un fort lessivage de l'azote appliqué. L'utilisation d'engrais azotés à libération lente en vue d'accroître la quantité de N disponible pour le manioc intercalé avec du maïs a donné des rendements moins élevés que dans le cas des engrais facilement solubles. Ce résultat pourrait être attribuable au fait que le manioc n'a pas réagi à l'azote ou que l'azote a été libéré trop lentement.

Le nitrate d'ammonium et de calcium (suivi par l'urée) s'est avéré la meilleure source d'engrais azoté pour les cultures intercalaires de manioc–maïs. Les deux engrais ont suscité une augmentation des rendements, bien qu'ils aient été appliqués seulement 2 semaines après la

Tableau 1. Influence des différentes sources et doses de N sur le rendement total en énergie (millions de cal/ha) des cultures intercalaires de manioc–maïs.

Source de N	Rendement en énergie	Dose de N (kg/ha)	Rendement en énergie
Témoin	30,65	0	30,65
SA	32,97	50	32,71
NAC	40,00	100	35,51
Urée	38,61	150	38,00
UES-11	33,09		
UES-30	32,38	ET[a]	2,81
ppds ($P = 0,05$)	5,92		

[a] Erreur type.

plantation. L'efficacité du NAC peut être attribuée au fait qu'il fournit du calcium au sol, pauvre à cet égard; l'effet produit par le traitement au NAC a été plus marqué en 1981 qu'en 1982 alors que l'on a ajouté de la chaux. Les résultats obtenus sont conformes avec ceux d'un rapport antérieur (Abruna-Rodriguez et al. 1982).

La fertilisation azotée à des doses allant jusqu'à 100 kg N/ha a occasionné une augmentation du rendement en maïs, mais une baisse du rendement en manioc. Cette baisse est attribuable en partie à la concurrence livrée par le maïs pour l'eau et les éléments nutritifs et à la tendance qu'a l'azote à favoriser la croissance des pousses plutôt que celle des racines. Cette tendance se traduit par les basses valeurs IU obtenues (0,58–0,69), par comparaison aux valeurs IU antérieurement consignées de 0,60–0,84 (Obigbesan 1973) dans le cas d'une variété douce de manioc (*Manihot palmata* Pohl) et aux valeurs IU de 1,31 et de 1,34 dans le cas des cultivars amers 53101 et 60506 respectivement. Cependant, la variété de manioc ayant servi à la présente étude est connue pour son faible rendement, et l'absence de réaction de cette variété à l'azote appliqué a déjà été consignée (Kang et Wilson 1981). Les résultats indiquent que la fertilisation avec du NAC ou de l'urée à des doses de 100 kg N/ha convient aux cultures intercalaires de manioc–maïs, en particulier parce que ces deux engrais ont une faible acidité résiduelle.

BIBLIOGRAPHIE

Abruna-Rodriguez, F., Vincente-Chandler, J., Rivera, E., Rodriguez, J. 1982. Effect of soil acidity factors on yields and foliar composition of tropical crops. Soil Science Society of America Journal, 46, 1004-1007.

Arora, Y., Juo, A.S.R. 1982. Leaching of fertilizer ions in a kaolinitic ultisol in the high rainfall tropics: leaching of nitrates in field plots under cropping and bare fallow. Soil Science Society of America Journal, 46, 1212-1218.

Dalal, R.C. 1974. Effects of intercropping maize with pigeon peas on grain yield and nutrient uptake. Experimental Agriculture, 10, 219-224.

Ezeilo, W.N.O. 1978. Intercropping cassava in Africa. *In* Weber, E., Nestel, B., Campbell, M., éd., Intercropping with cassava: proceedings of an international workshop held at Trivandrum, India, 27 November-1 December 1978. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-142e, 49-56.

Ezumah, H.C., Okigbo, B.N. 1980. Cassava planting systems in Africa. *In* Weber, E.J., Toro M. J.C., Graham, M., éd., Cassava cultural practices: proceedings of a workshop held in Salvador, Bahía, Brésil, 18-21 March 1980. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-151e, 44-49.

IRRI (Institut international de recherches sur le riz). 1974. Annual report. Los Baños, Philippines. p. 11-34.

Kang, B.T., Wilson, G.F. 1981. Effet de la densité de plantation du maïs et de l'apport d'azote sur les cultures mixtes de maïs–manioc. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales - Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 137-141.

Njoku, B.O., Igbokwe, M.C., Ohiri, A.C. 1984. Leaching losses and recovery of fertilizer nitrogen in cassava maize intercrop grown in lysimeters. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Peru, 21-26 February 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 298.

Obigbesan, G.O. 1973. The influence of potassium nutrition on the yield and chemical composition of some tropical root and tuber crops. *In* Potassium in tropical crops and soils: proceedings of the 10th colloquium of the International Potash Institute, Abidjan, Côte d'Ivoire, 1973. Institut international de la potasse, Berne, Suisse. p. 439-451.

——— 1977. Investigations in Nigerian root and tuber crops, effect of potassium on starch yields, HCN content and nutrient uptake of cassava cultivars. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 89, 29-34.

Oelsligle, D.D. 1974. Nitrogen response by a corn-cassava intercropped system in the Atlantic coast of Costa Rica. *In* Agronomic-economic research on tropical soils. North Carolina State University, Raleigh, NC, États-Unis. p. 126-145.

Oel-ligle, D.D., McCollum, R.E., Kang, B.T. 1976. Soil fertility management in tropical multiple cropping. *In* Stelly, M., éd., Multiple cropping. American Society of Agronomy, Madison, WI, États-Unis. Special Publication 27, 275-292.

Okigbo, B.N., Greenland, D.J. 1976. Intercropping systems in tropical Africa. *In* Stelly, M., éd., Multiple cropping. American Society of Agronomy, Madison, WI, États-Unis. Special Publication 27, 63-101.

Oyenuga, V.A. 1968. Nigeria's foods and feeding stuffs. Ibadan University Press, Ibadan, Nigéria. p. 17-19.

Pleysier, J.L., Juo, A.S.R. 1981. Leaching of fertilizer ions in a ultisol from the high rainfall tropics: leaching through undisturbed soil columns. Soil Science Society of America Journal, 45, 754-760.

Résumés

ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTIVITÉ DES CULTURES INTERCALAIRES DE MANIOC–MAÏS AU MOYEN DE L'ARACHIDE (*APIOS HYPOGEA*)

J.E.G. IKEORGU et S.O. ODURUKWE, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

On a entrepris des études en 1983 afin d'établir les répercussions que pouvait avoir sur le rendement, sur les recettes économiques brutes et sur la productivité totale des terres le fait d'intercaler du manioc, du maïs et de l'arachide dans un sol peu fertile. Dans les cas où la population d'arachide ne dépassait pas 100 000 pieds à l'hectare, les cultures intercalées de manioc–maïs et de manioc–arachide ont donné un rendement aussi important en tubercules de manioc que les monocultures de manioc. Par ailleurs, lorsque la population d'arachide était égale ou supérieure à 100 000 pieds, les cultures de manioc–maïs–arachide ont accusé une diminution de 20 % du rendement en tubercules de manioc. La faiblesse des rendements en maïs obtenus dans les systèmes de culture mixtes a été attribuée à la variété de maïs utilisée. Le rendement en grain par plant de maïs n'a pas varié d'un système de culture à l'autre. Des populations d'arachide de 50 000 et de 200 000 pieds à l'hectare ont donné lieu à de faibles rendements en gousses de 67 et de 78 % respectivement, lorsque l'arachide était intercalée avec du manioc et du maïs. Par ailleurs, la baisse correspondante du rendement en gousses était de seulement 10 % lorsque la population d'arachide était de 100 000 pieds à l'hectare. L'étude montre que les cultures intercalaires de manioc–maïs–arachide sont plus productives que les associations manioc–maïs ou manioc–arachide, pourvu que la population d'arachide soit inférieure à 100 000 pieds à l'hectare.

EFFET SUR LES RENDEMENTS DE LA DATE D'INTRODUCTION DU MANIOC DANS LES CULTURES DE MAÏS

H.C. EZUMAH, Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria, et
J.E.G. IKEORGU, National Roots Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

La date de plantation du manioc est élastique; cependant, dans le cas du maïs, il faut le planter au bon moment si l'on veut favoriser son efficacité biologique. Dans une culture intercalaire de manioc–maïs, l'établissement du manioc dans les cultures de maïs peut être limité par l'apport d'ombre et la cessation hâtive des pluies. Afin de déterminer l'élasticité de la date de plantation du manioc, on a introduit le manioc dans des cultures de maïs dans deux milieux, au Nigéria et au Zaïre. Une meilleure utilisation des terres a été obtenue avec l'association manioc–maïs, peu importe la date d'introduction du manioc. Une introduction hâtive (plantation le même jour ou jusqu'à 5 à 8 semaines plus tard) n'a pas résulté dans une diminution du rendement en manioc. Les facteurs limitant la date d'introduction du manioc semblent être associés à la durée des pluies. Le rendement en maïs n'a pas été influencé par la variété de manioc utilisée ou par la date d'introduction du manioc.

EFFET DE LA DATE DE RABATTAGE DES TIGES DE MANIOC SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ DES TUBERCULES

A. UDEALOR, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria, et F.O.C. EZEDINMA, Département de phytotechnie, Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria

Dans les systèmes de culture traditionnels, pour récolter le manioc, on procède d'abord au rabattage des tiges, puis, quelques jours plus tard, à la récolte des tubercules. La présente étude visait à établir l'effet sur le rendement du manioc de la date de rabattage des tiges. Le clone de manioc TMX30211 a été planté en plein champ et rabattu une fois durant la période visée, soit à 3, 6, 9 et 12 mois après la plantation. Les parcelles témoins n'ont pas été rabattues. Le rabattage des tiges de manioc a causé une diminution significative de 14,3 % du rendement en tubercules. Les rendements des parcelles rabattues à 9 mois (37,7 t/ha) et à 12 mois (38,1 t/ha) ne présentaient pas une différence significative par rapport aux parcelles témoins (40,9 t/ha), mais ils étaient sensiblement plus élevés que ceux des parcelles rabattues à 3 mois (31,3 t/ha) et à 6 mois (33,1 t/ha). Les traitements ont eu des répercussions similaires sur la hauteur des plants et le nombre moyen de tubercules par plant, tandis que le poids moyen des tubercules, l'indice foliaire et la qualité des tubercules n'ont pas été modifiés de façon significative.

RENDEMENT DES CLONES DE MANIOC AMÉLIORÉS SUR LES SOLS SABLEUX ET LATÉRITIQUES DES BASSES TERRES DU SUD DU CAMEROUN

J.M. NGEVE, Institut de la recherche agronomique, Yaoundé, Cameroun

Les essais de rendement du manioc menés dans trois milieux de la province du Centre-Cameroun ont montré que les clones supérieurs donnaient un meilleur rendement, soit plus de 20 t/ha à chaque emplacement. Le rendement des clones a dépassé celui des cultivars locaux. Il semble que la supériorité de ces rendements soit associée à la tolérance des clones à la mosaïque du manioc. À Ntui, au Cameroun, une flambée importante de brûlure bactérienne du manioc en 1985 a réduit de façon marquée le rendement de la plupart des clones, probablement parce que ces clones ont été développés à Nkolbisson, au Cameroun, région exempte de la brûlure bactérienne du manioc. L'auteur de la présente étude propose que l'on mette à l'essai les clones améliorés au point de vue de leur tolérance aux principales maladies et aux principaux parasites avant de les commercialiser. Des huit clones mis à l'essai dans les champs des agriculteurs, le clone 1005 est celui qui a procuré le rendement le plus élevé en racines et en feuilles et qui a été préféré par tous les agriculteurs participant à l'essai.

EFFET DE LA DENSITÉ DE PEUPLEMENT SUR LE RENDEMENT ET LES COMPOSANTES DU RENDEMENT DU MANIOC AU MALAWI

R.F. NEMBOZANGA SAUTI, Station de recherche de Makoka, Thondwe, Malawi

Des essais portant sur les variétés de manioc et les densités de peuplement ont été menés pendant trois saisons à Mkondezi et pendant une saison à Vinthukutu, dans le nord du Malawi. À Vinthukutu, pendant la saison 1982–1983, les densités de peuplement accrues n'ont ni augmenté les rendements ni réduit les populations finales à la récolte. Cependant, à mesure que les densités de peuplement sont passées de 21 000 à 63 000 pieds à l'hectare, il y a eu une diminution significative du nombre total de tubercules récoltés par parcelle pour les deux variétés de manioc. À Mkondezi, les résultats des essais de 1982–1983 et 1983–1984 ont montré que des densités de peuplement plus élevées n'ont pas suscité un accroissement des rendements. Cependant, au cours de la saison 1984–1985, des densités plus élevées ont provoqué une diminution significative du rendement. De plus, à ce même endroit, on a noté des différences significatives dans le nombre de tubercules récoltés par parcelle entre 1982–1983 et 1983–1984 et

entre les variétés utilisées au cours de 1984–1985. L'augmentation des densités de peuplement a réduit de façon significative le nombre de tubercules récoltés par parcelle au cours des saisons 1983–1984 et 1984–1985, mais non au cours de la saison 1982–1983. L'étude montre l'importance des résultats en rapport avec la disponibilité et la qualité du matériel végétal à planter au Malawi.

AMÉLIORATION DU MANIOC (*MANIHOT ESCULENTA*) AU MOYEN DE LA CULTURE IN VITRO

J. MABANZA, Programme national de recherche sur le manioc, Brazzaville, Congo

Depuis son introduction en Afrique, le manioc s'est adapté au milieu et s'est grandement diversifié. Dans le cadre du programme congolais de sélection de variétés de manioc résistantes aux bactéries, on a relevé un matériel végétal diversifié et riche sur le plan génétique, ce qui laisse penser que les programmes de recherche nationaux devraient conserver ou améliorer les ressources végétales locales, bien adaptées. Des expériences de culture in vitro ont été tentées avec le manioc. Les résultats montrent que le manioc se manipule facilement in vitro et que l'on peut produire des plants complets à partir de jeunes tissus comme les méristèmes caulinaires et les cotylédons. On a également réussi des fusions de cellules et de protoplastes (les cellules de manioc se prêtent particulièrement bien aux manipulations de ce genre). On peut maintenant obtenir une embryogénèse somatique à partir de protoplastes. L'étude montre qu'on peut utiliser les techniques de culture in vitro pour améliorer les variétés de manioc locales.

SÉLECTION ET CULTURE DE L'IGNAME

L'IGNAME ET LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

O.O. Okoli[1] et I.C. Onwueme[2]

Depuis plus de 10 ans, certaines régions de l'Afrique subsaharienne sont aux prises avec des pénuries alimentaires chroniques. La situation ne cesse de se détériorer car la production alimentaire par habitant décline constamment dans la plupart de ces pays. Des désastres naturels (comme des sécheresses, des inondations et la désertification), des désordres civils et des guerres ont provoqué des mouvements de population et aggravé ce qu'on appelle maintenant communément la crise alimentaire en Afrique. Cette crise est essentiellement causée par une carence alimentaire. L'igname, un aliment énergétique cultivé et consommé par de nombreux habitants des parties les plus humides de l'Afrique subsaharienne, n'a pu réussir, en grande partie pour des raisons ethnocentriques, à soulager la faim et la famine dans les régions qui en sont victimes et dans les camps de réfugiés d'Afrique. Le présent article met en lumière le supplément si nécessaire de glucides que pourrait fournir l'igname. Il souligne également la nécessité d'effectuer des recherches plus intensives sur la culture, la transformation, l'utilisation et l'entreposage de l'igname afin d'en réduire les coûts et d'améliorer les procédés. Les résultats de ces recherches permettront à l'igname de devenir un complément aux céréales dans les régions d'Afrique victimes de la sécheresse et d'occuper une place plus importante dans le régime alimentaire des habitants des régions où elle est cultivée.

D'après des estimations récentes, les pays d'Afrique subsaharienne abritent 20 % des 730 millions de sous-alimentés du Tiers-Monde (Banque mondiale 1984). Malgré un accroissement de la production alimentaire mondiale supérieur à la croissance démographique et la chute du prix des céréales sur les marchés mondiaux de 1970 à 1980 causée par un fort taux de croissance démographique, le pourcentage de personnes ne recevant pas un apport suffisant en calories a augmenté pendant cette même période. Les démunis du Tiers-Monde ne peuvent profiter de l'abondance mondiale de nourriture principalement en raison de leur «manque de pouvoir d'achat».

La famine ou disette générale d'aliments assujettit de façon continue une population à un régime alimentaire inadéquat, la rendant incapable de se procurer des vivres. La famine sévit toujours dans le monde et a marqué l'histoire de l'Europe et de l'Amérique au XIX^{e} siècle (comme la famine causée par le mildiou de la pomme de terre dans les îles Britanniques et la majeure partie de l'Europe continentale). La famine apparaît dans une localité lorsque les disponibilités alimentaires accessibles à la majorité sont insuffisantes. L'insuffisance des cultures ou des récoltes est elle-même à la source de cette pénurie de vivres. L'insuffisance des cultures découle de fluctuations démographiques provoquées par des guerres ou des désastres naturels (comme la désertification, la sécheresse, des inondations) tandis que des facteurs comme la mauvaise température (responsable de sécheresses, d'inondations, etc.) et les assauts des ravageurs et des maladies peuvent être la cause de mauvaises récoltes.

1. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria.

2. School of Agriculture and Agricultural Technology, Federal University of Technology, Owerri, Nigéria.

AMPLEUR DE LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

Des phénomènes naturels et anthropiques combinés à des politiques alimentaires boiteuses sont à la source de la présente crise alimentaire en Afrique. La guerre de 9 ans dans l'Ogaden ainsi qu'une grave sécheresse sont les causes de la famine sans précédent qui a frappé l'Éthiopie. Des mouvements massifs de réfugiés ont été provoqués par les guerres et les désordres civils dont le Tchad, le Soudan et l'Ouganda ont été le siège de 1975 à 1985. La désertification de la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest provoquée par la sécheresse, une mauvaise gestion des terres et le surpâturage est également à la source de la grande famine et des migrations vers les régions humides. Les attaques de la cochenille et du tétranyque vert du manioc qui ont suivi la vague de sécheresse de la fin des années 70 ont considérablement diminué les rendements de cette culture traditionnelle et l'épidémie de peste bovine qui a décimé des millions de têtes de bétail dans la savane de l'Afrique de l'Ouest de 1981 à 1984 a porté un sérieux coup à l'industrie de l'élevage.

En outre, les politiques alimentaires de la plupart des pays d'Afrique ne sont ni bien articulées ni adéquatement mises en application. Ces politiques n'arrivent pas à s'adapter aux forts taux de croissance démographiques de ces pays. Le quatrième plan national de développement du Nigéria prévoyait une croissance des cultures et de l'élevage de 4 %, même si les planificateurs savaient qu'il fallait respectivement 6,6 et 11,3 % pour atteindre l'autosuffisance d'ici 1985. Quoi qu'il en soit, ce pays n'a réussi à atteindre qu'un taux de croissance légèrement supérieur à 1 % pendant la période de 5 ans (Central Bank of Nigeria 1985). Abdullahi (1985) a en partie rejeté le blâme sur les politiques inconsistantes et contradictoires des gouvernements qui ont eu des conséquences fâcheuses sur l'économie et notamment sur le secteur agricole. Ce faible taux de croissance s'explique également en partie par le peu d'intérêt porté par le gouvernement du Nigéria depuis le début des années 70 à l'agriculture en général et à la production des cultures vivrières en particulier. Pendant les années 60, jusqu'à 60 % des recettes en devises étrangères du pays provenaient de l'agriculture; Nkwocha soulignait toutefois en 1985 que «le taux de croissance de l'agriculture était devenu presque stagnant, n'étant plus que du quart du taux de croissance démographique annuel et constituant 18 % du P.I.B. (produit intérieur brut)». Les efforts déployés pour corriger cette tendance (programmes axés sur la révolution verte et l'autosuffisance alimentaire de la fin des années 70) n'ont pas réussi à faire augmenter de façon importante la production alimentaire, faute de planification, de surveillance et de coordination adéquates. Saouma (1981) soulignait que la plupart des populations rurales d'Afrique, et notamment du Sahel, ne recevaient pas un apport suffisant en calories. Les politiques gouvernementales mettaient l'accent sur l'expansion des exportations et des cultures commerciales, ce que prônaient au départ les colonialistes et, après l'accession à l'indépendance des années 60, les sociétés étrangères et parapubliques, orientation qui a entraîné l'accroissement de la dette envers les banques et les gouvernements des pays occidentaux. La recherche et la vulgarisation agricoles ont surtout porté sur les cultures commerciales et d'exportation, même si le millet et le sorgho étaient de loin les cultures les plus productives du sous-secteur agricole. Strong (1982) souligne que l'Afrique subsaharienne est la seule région au monde où le taux de production alimentaire par habitant diminue (Fig. 1).

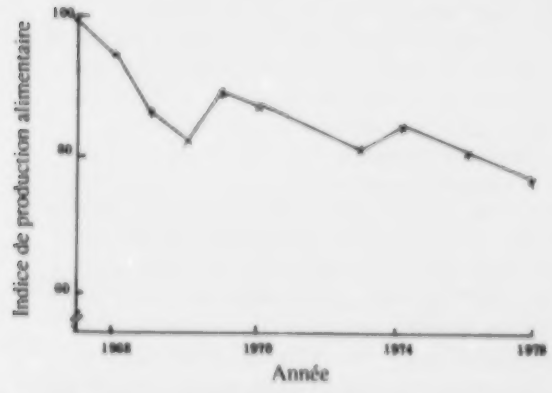


Fig. 1. Indice de production alimentaire par habitant en Afrique subsaharienne (pourcentage des moyennes de 1961-1965). Source : US Department of Agriculture. Indices of Agricultural Production.

Ces phénomènes ont provoqué d'énormes pénuries de vivres et entraîné l'importation de denrées alimentaires additionnelles. Un exemple caractéristique est le Nigéria où les importations alimentaires sont

Tableau 1. Importations de biens de consommation (millions de nairas) de 1972 à 1978 au Nigéria.

Biens de consommation	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Nourriture	99,4 (23,5)[a]	131,4 (35,6)	166,4 (37,8)	353,7 (36,1)	526,7 (39,0)	912,6 (46,2)	1 004,2 (47,0)
Textiles	153,4	36,6	31,5	81,5	65,0	38,9	41,9
Autres biens périssables	118,5	138,7	173,6	353,5	476,7	612,1	720,5
Biens de consommation durables	51,3	62,9	68,5	191,3	282,0	412,7	370,2
Total	422,6	369,6	440,0	980,0	1 350,4	1 976,3	2 136,8

Source : Nigéria, Federal Office of Statistics (1978).

[a] Les chiffres entre parenthèses représentent les importations alimentaires en pourcentage de l'ensemble des exportations de biens de consommation.

passées de 99,4 millions de nairas (NR) en 1972 à 1 004,2 millions en 1972 (2,58 NR = 1 $ US) (Tableau 1). Les mesures correctrices ont échoué et les grandes victimes de ces pénuries ont été les femmes, les enfants, les vieillards et les malades. Les populations qui reçoivent une aide alimentaire modifient leurs habitudes alimentaires. Lorsque les gens mangent, ils ne produisent pas : il s'ensuit donc une dépendance à l'égard des importations et de l'aide alimentaire, ce qui a pour effet d'aggraver davantage la crise en Afrique.

LE RÔLE DE L'IGNAME

L'igname (*Dioscorea* spp.) est une plante pantropicale dont les tubercules souterrains contiennent d'importantes réserves nutritives. Certaines espèces d'ignames sont cultivées dans des régions de l'Afrique occidentale et centrale depuis des millénaires (Coursey 1967) et sont l'une des principales sources de glucides pour les habitants. Malgré tout, la culture de l'igname ne s'est pas beaucoup améliorée; elle est encore surtout cultivée à la binette et à la machette par des agriculteurs et exige beaucoup de main-d'oeuvre. La transformation, l'entreposage et la commercialisation de cette culture laissent beaucoup à désirer et les agriculteurs, de crainte de voir se détériorer les tubercules qu'ils ont récoltés, acceptent les prix dérisoires que leur offrent des intermédiaires, n'obtenant qu'un très faible rendement pour leur investissement et leur travail. Ces intermédiaires revendent à leur tour au prix fort les ignames aux consommateurs. Il s'ensuit que les prix élevés à la consommation ne reflètent pas les revenus des exploitations agricoles. La durée de conservation des tubercules entreposés n'est que d'un an.

Les habitants des régions productrices d'ignames sont très attachés à cette plante-racine. Dans la plupart des régions de l'Afrique de l'Ouest, l'igname symbolise richesse et influence sociale. Ironie du sort, cet attachement a aggravé la crise alimentaire en biaisant l'évaluation faite par les producteurs de l'ensemble des disponibilités alimentaires sur le marché qui favoriserait l'extension de certaines cultures, comme du manioc, dont le rapport intrants-extrants réalisable grâce aux techniques actuelles est plus avantageux que celui de l'igname. Il existe encore des pénuries d'ignames dans la majeure partie de l'Afrique de l'Ouest, malgré l'importance de sa production et de sa consommation (Tableau 2). D'après la part relative des céréales et des plantes-racines et des tubercules dans les disponibilités alimentaires nationales moyennes de 23 pays d'Afrique, Mazumdar (1980) a estimé les quantités supplémentaires que devait produire chacun de ces pays en 1985 (Tableau 3). De 1974 à 1984, la production d'ignames de six pays de l'Afrique de l'Ouest était liée à la quantité nécessaire pour répondre aux besoins alimentaires nationaux en supposant un taux de croissance démographique annuel de 2,5 % (Tableau 4). La production du Cameroun, du Ghana, du Nigéria et du Togo (pays produisant plus de 85 % des ignames en Afrique) ne réussissait pas à répondre aux besoins nationaux. La production du Bénin et de la Côte d'Ivoire était par contre excédentaire, tandis que celle du Cameroun, du Ghana, du Nigéria et du Togo était déficitaire et ne pouvait aider à répondre aux besoins d'autres régions de l'Afrique pendant cette période.

La plupart des pays africains n'important ni n'exportant pratiquement pas de plantes-racines ou de tubercules et les stocks reportés d'une année à l'autre n'étant pas importants (Mazumdar

Tableau 2. Production et consommation moyennes d'ignames en Afrique de l'Ouest (1979–1981).

Pays	Production (milliers de tonnes)	Consommation (milliers de tonnes)	Consommation par habitant (kg)
Burkina Faso	28	21	3,0
Cameroun	416	250	29,6
République centrafricaine	192	144	62,7
Tchad	183	131	29,4
Congo	13	12	7,8
Côte d'Ivoire	2 142	1 199	149,2
Bénin	689	389	110,1
Gabon	80	52	94,9
Ghana	532	506	43,3
Guinée	77	69	13,8
Mali	10	9	1,3
Niger	0	0	0
Nigéria	17 000	9 717	126,0
Sénégal	0	0	0
Sierra Leone	0	0	0
Togo	490	366	139,3
Zaïre	183	152	5,4

Source : Listages de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture et Phillips (1985).

Tableau 3. Besoins en disponibilités alimentaires additionnelles (milliers de t) de 1972 à 1985.

Pays	Céréales	Plantes-racines et tubercules
Algérie	12 687	185
Angola	214	745
Bénin	127	330
Botswana	46	3
Burkina Faso	540	61
Éthiopie	1 786	365
Guinée	259	226
Kenya	850	482
Liberia	769	1 575
Mali	551	49
Mauritanie	71	4
Mozambique	322	1 128
Niger	398	96
Nigéria	3 517	9 890
Ouganda	354	588
Rwanda	80	452
Sao Tome et Principe	3	4
Somalie	208	18
Swaziland	27	4
Tanzanie	649	1 832
Tchad	308	53
Zaïre	407	4 700
Zambie	405	107

Source : Mazumdar (1980).

1980), il semblerait que l'igname n'ait joué qu'un rôle négligeable pour soulager la faim et la malnutrition en Afrique. Cette situation s'explique d'une part par l'insuffisance de la production et d'autre part par la grosseur et la difficulté de conservation de cette plante, facteurs qui rendent son transport et son entreposage coûteux. Malgré tout, l'expansion de la culture de l'igname lui permettra de jouer un rôle plus important pour alléger la crise alimentaire en Afrique en fournissant aux pays qui en sont victimes l'énergie alimentaire si nécessaire.

L'igname étant principalement cultivée par des agriculteurs et de petits exploitants, sa culture s'est spécialisée et a pris beaucoup d'expansion dans certaines localités. C'est pourquoi les rendements de *D. rotundata* peuvent atteindre 33 kg/peuplement. L'agriculture commerciale s'efforce par ailleurs de maximiser le rendement total en portant une attention minimale aux

Tableau 4. Production d'ignames de six pays de l'Afrique de l'Ouest de 1974 à 1984 en pourcentage de la production nécessaire, en supposant un taux de croissance démographique annuel de 2,5 %.

Année	Population globale relative	Bénin	Cameroun	Côte d'Ivoire	Ghana	Nigéria	Togo
1974[a]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1975	102,5	68,6	91,9	125,2	75,1	97,6	42,4
1976	105,1	113,3	90,2	118,6	84,3	97,4	43,6
1977	107,7	119,1	90,6	115,7	76,3	93,3	43,9
1978	110,4	136,4	100,4	108,5	75,2	91,0	46,8
1979	113,1	144,5	97,1	110,0	79,4	88,8	43,5
1980	115,7	131,6	97,0	112,0	78,0	89,7	41,7
1981	118,6	137,7	97,0	112,0	78,0	89,7	41,7
1982	121,5	134,5	96,5	106,8	53,8	87,9	48,0
1983	124,6	125,7	86,5	111,7	60,9	86,8	37,6
1984	127,7	127,7	88,0	110,4	53,5	94,1	38,7

Source : Annuaires de la production de l'Organisation de l'alimentation et l'agriculture.
[a] La production d'ignames a été établie comme étant à 100 % en 1974. Les valeurs réelles sont les suivantes (milliers de t) : Bénin, 435; Cameroun, 1 065; Côte d'Ivoire, 1 886; Ghana, 2 350; Nigéria, 16 817 et Togo, 951.

plants individuels. Des essais ont permis d'obtenir des rendements allant jusqu'à 40 t/ha; on voit là que cette espèce possède de toute évidence un potentiel génétique permettant d'obtenir des rendements supérieurs, potentiel qui pourrait être exploité pour accroître la productivité de l'igname, lui donnant un rôle important à jouer pour répondre aux besoins en énergie alimentaire des peuples d'Afrique.

L'igname est principalement une source de glucides. Baquar et al. (1976) ont démontré que certains clones de *D. rotundata* et *D. dumetorum* ont des teneurs en protéines variant de 3,2 à 13,9 % en poids sec. Compte tenu des variétés cultivées en Afrique de l'Ouest, il est possible qu'il y existe des clones à teneur plus élevée en protéines. En fait, la quantité de protéines utilisables de certaines ignames est supérieure à celle du maïs et du riz. Oke (1967) reconnaissait qu'un repas d'ignames pouvait satisfaire 100 % des besoins en énergie et en protéines, 130 % des besoins en calcium et 80 % des besoins en fer d'un homme adulte. La plupart des ignames contiennent également beaucoup de phosphore et certaines vitamines (thiamine, riboflavine, niacine et acide ascorbique) (Eka 1985). Certaines ignames moins recherchées comme *D. dumetorum* et certaines variétés sauvages sont beaucoup plus riches en acides aminés importants que les espèces les plus populaires. On dispose donc d'un génotype (base génétique) permettant d'accroître la teneur en acides aminés des ignames les plus recherchées. Les pelures d'igname sont riches en protéines et en glucides (Eka 1985). Elles ont toujours été jetées aux animaux (moutons et chèvres) en Afrique.

L'igname peut être cultivée dans la majeure partie de l'Afrique tropicale, là où l'humidité est adéquate. L'igname, qui est une culture pluviale, méthode utilisée partout en Afrique, est souvent produite dans la forêt tropicale et dans la zone de savane guinéenne de l'Afrique occidentale et centrale (Fig. 2) où la pluviosité annuelle est supérieure à 1 000 mm. La zone du Soudan–Sahel où l'ensoleillement quotidien est plus élevé (> 250 J/cm^2) peut également se prêter à la culture de l'igname pourvu qu'elle soit irriguée. Il est évident que la recherche scientifique, l'irrigation et le déplacement des cultures d'ignames vers des régions plus propices peuvent permettre de doubler rapidement les rendements actuels de cette culture.

OBSTACLES À L'ACCROISSEMENT DU RÔLE DE L'IGNAME

L'igname est un parent pauvre de l'agriculture. Sa production et son utilisation à grande échelle sont limitées par des coûts de production élevés et l'absence d'engrais, d'herbicides et de pesticides adéquats et d'outils permettant la mécanisation de la plantation et de la récolte. Le futur est à la consommation d'ignames sous forme de farine ou de produits dérivés. Leur entreposage et leur transport s'en trouveront facilités et leur commerce national et international amélioré et il sera alors possible d'utiliser les surplus des bonnes saisons pendant les années creuses.

La transformation des ignames en farine fera prospérer l'industrie de l'élevage car de 10 à 15 % de cette production pourront servir à la préparation des ingrédients entrant dans la composition des aliments pour animaux. En 1982, le Nigéria a produit 18,2 millions de tonnes d'ignames et la consommation de plantes-racines et de tubercules dans ce pays en 1972–1974 ne représentait que 69 % de la production nationale. Dans le cas de l'igname, un fort pourcentage de ce déficit a dû servir de matériel de plantation. Si 50 % de cette récolte était transformée en farine avant d'être utilisée, on obtiendrait 1,37 million de tonnes de pelures transformables en aliments pour animaux.

Fig. 2. Régions d'Afrique à climat propice à la culture pluviale de l'igname.

L'igname semble avoir un rôle prometteur à jouer pour soulager la crise alimentaire en Afrique : elle pourrait fournir la majorité des glucides dont la population a besoin. Son rendement supérieur à celui des cultures céréalières et la rareté des mauvaises campagnes agricoles permettent de supposer que l'igname peut compléter l'alimentation à base de céréales des populations vivant dans les zones soudanaise et sahélienne en Afrique. De plus, les rendements actuels en ignames ne représentent qu'une petite fraction du potentiel qu'ils peuvent atteindre et la recherche sur l'agronomie, l'entreposage et l'utilisation des ignames n'en est encore qu'à ses balbutiements. Lorsque les rendements atteindront 50 % de leur potentiel, l'approvisionnement en glucides suffira à la majeure partie de l'Afrique, même si les superficies cultivées sont réduites. Les stocks annuels d'ignames augmenteront à leur tour, rendant les disponibilités alimentaires et les prix plus stables. Des politiques préconisant la recherche sur les cultures vivrières et la vulgarisation des résultats obtenus semblent être le remède qui s'impose dans la plupart des pays d'Afrique. À notre avis, elles devront provoquer des changements qui reflètent les relations réelles existant entre la valeur des cultures dans l'économie nationale et la quantité de ressources allouée à leur expansion et à leur production. Bien qu'aucune culture vivrière ne domine en Afrique tropicale, au même titre que le riz en Asie et le maïs en Amérique latine, chaque culture devrait être développée pour procurer un maximum d'avantages socio-économiques dans la région et pour atteindre son potentiel afin de contribuer à l'autosuffisance et aux exportations.

Ainsi, nous avons estimé que les récoltes d'ignames valaient plus de 7 280 millions de nairas au Nigéria en 1984, en prenant 400 nairas/t comme prix de base. Si 0,1 % de cette valeur (7,28 millions de nairas) était consacré à chaque année à la recherche et au développement de l'igname et à la diffusion des résultats obtenus, nous sommes convaincus que l'igname serait moins coûteuse à produire et que les produits à base d'ignames exerceraient une concurrence plus forte avec les autres aliments et denrées offerts sur les marchés nationaux et étrangers en Afrique. Nous ne nous attendons pas à ce que cette forme d'aide viennent uniquement des gouvernements : il faudra également encourager le secteur privé à appuyer la recherche.

BIBLIOGRAPHIE

Abdullahi, A. 1985. Role of agriculture in reversing Nigeria's economic crisis. Exposé présenté devant le Nigerian Institute for Social and Economic Research (NISER) - partie 2. The Guardian, Lagos, Nigéria, Wednesday, 11 December 1985, p. 1.

Banque mondiale. 1984. World development report, 1984. World Bank, Washington, DC, États-Unis.

Baquar, S.R., Oke, O.L. 1975. Protein on Nigerian yams (*Dioscorea* spp.). Nutrition Reports International, 14(2), 237-248.

Central Bank of Nigeria 1983. Annual report and statement of account for 1983. Central Bank of Nigeria, Lagos, Nigéria.

Coursey, D.G., éd. 1967. Yams. Longman Group Ltd, Londres, Royaume-Uni. 244 p.

Eka, O.U. 1985. The chemical composition of yam tubers. *In* Osuji, G., éd., Advances in yam research. Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria.

Mazumdar, S. 1980. Realistic food goals for Africa. Ceres, 1980 (July-August), 36-40.

Nigeria, Federal Office of Statistics. 1978. Production of major crops. 1971/72-1975/76. *In* Nigeria, Federal Office of Statistics, Lagos, Nigéria. 11 p.

Nkwocha, T. 1985. Agriculture as a surviving enterprise in Nigeria. Daily Times, Lagos, Nigeria, Wednesday, 11 December, 1985. p. 5.

Oke, O.L. 1967. Present state of nutrition in Nigeria. World Review of Nutrition and Dietics, 8, 25-61.

Phillips, T.A. 1985. Agricultural economics and root crops research. Exposé présenté lors du 3e séminaire sur les plantes-racines tropicales de l'Afrique de l'Ouest, Accra, Ghana. 22-26 juillet 1985.

Saouma, E. 1981. A new food order for Africa. Ceres, 1981 (September-October), 22-26.

Strong, R. 1982. On borrowed time in the Sahel. International Agriculture. 1982 (April), 32-33.

EFFETS DU TYPE DE PAILLIS ET DE LA DENSITÉ DE PLANTATION SUR LA CROISSANCE, LE DÉVELOPPEMENT ET LE RENDEMENT DE MINI-SEMENCEAUX D'IGNAME GUINÉE

D.S.O. Osiru, S.K. Hahn et R. Lal[1]

Deux expériences ont été menées pour étudier les effets de différents types de paillis et diverses densités de plantation sur la croissance et le développement de mini-semenceaux d'igname guinée (*Dioscorea rotundata*). La première expérience (exp. I) comportait 6 traitements de paillage : 1) paillis de polyéthylène noir et blanc, côté blanc sur le dessus; 2) paillis de polyéthylène noir et blanc, côté noir sur le dessus; 3) paillis de polyéthylène noir extra-mince; 4) paillis de riz; 5) aucun paillage, tuteurage des pieds; 6) aucun paillage ni tuteurage. Pour cette expérience, nous nous sommes servis de cultivars TDr 131 de l'igname guinée. Lors de la seconde expérience (exp. II), des cultivars TDr 131 ainsi que TDr 179 ont été plantés, à des densités de 20 000, 40 000, 60 000 et 80 000 pieds/ha, avec et sans pellicule de polyéthylène (côté blanc sur le dessus). La grosseur moyenne des tubercules et le rendement total des traitements à paillis de plastique blanc dépassaient de plus de 50 % ceux obtenus par un tuteurage traditionnel et étaient deux fois plus élevés que ceux du traitement sans paillage ni tuteurage (exp. I). Le pourcentage de tubercules de grosseur marchande (>200 g) obtenu avec le paillis en plastique blanc était tout aussi élevé. La grosseur des tubercules des deux variétés (exp. II) diminuait proportionnellement à l'accroissement de la densité de plantation, avec ou sans paillage. Des différences plus marquées ont toutefois été relevées entre les traitements avec et sans paillage lorsque les densités de plantation étaient plus faibles, signe que les avantages du paillage diminuaient lorsqu'augmentait la densité des plants. L'indice foliaire (IF) des plants de tous les traitements était optimal une centaine de jours après la plantation. L'IF des plants sous paillis de plastique blanc était plus élevé pendant la majeure partie de la saison de croissance. Les températures du sol étaient plus faibles sous le paillis de riz. En règle générale, le paillis de plastique dont le côté blanc était sur le dessus a donné de meilleurs résultats, maintenant un IF supérieur et prolongeant la durée de la surface foliaire.

La multiplication de l'igname se fait traditionnellement à l'aide de tubercules. On fragmente des tubercules de «semence» entiers de 100 à 1 500 g ou plus en morceaux de 200 g qui seront mis en terre (Onwueme 1978; Okoli et al. 1982). Dans les faits, cela signifie que plus de 20 % de la production annuelle d'ignames est destinée à être replantée.

La technique des mini-semenceaux a été mise au point pour remédier à la pénurie d'ignames de «semence». Selon Okoli et al. (1982), un mini-semenceau est un semenceau dont la taille est inférieure au quart de la grosseur minimale (100 g) généralement plantée. La méthode consiste essentiellement à couper une igname «de semence mère» saine en morceaux de 20 à 25 g qui sont plongés dans une suspension de fongicide-insecticide et plantés dans des lits où ils germeront en 3 ou 4 semaines avant d'être transplantés dans un champ.

Depuis les 3 ou 4 dernières années, le National Root Crops Research Institute d'Umudike au Nigéria s'est penché, en collaboration avec l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT) d'Ibadan au Nigéria, sur les divers aspects de la technique de propagation par mini-semenceaux

1. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

afin de l'améliorer. L'IIAT s'est tout particulièrement intéressé à l'utilisation d'un paillis de polyéthylène pour la production d'ignames de «semence».

En théorie, le paillage plastique rend le tuteurage superflu, permet de conserver l'humidité et les éléments nutritifs du sol et régularise la température du sol. Il peut donc permettre d'améliorer la croissance, le développement et le rendement global; nous ne disposons toutefois pas de données quantitatives à l'appui. De plus, les chercheurs se sont peu attardés aux effets relatifs des autres types de paillis, du tuteurage et des densités de plantation sur la performance des semenceaux. Le présent article fait état de deux expériences destinées à comparer la performance des mini-semenceaux obtenue avec différents types de paillis, avec et sans tuteurage et à diverses densités de plantation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux expériences ont été menées en 1985 à l'IIAT (à environ 30 km au sud de la limite septentrionale de la forêt pluviale des terres basses, à configuration bimodale des pluies, d'avril à juillet et d'août à novembre). La première expérience (exp.I) comportait six traitements : 1) paillis de polyéthylène noir et blanc, côté blanc sur le dessus; 2) paillis de polyéthylène noir et blanc, côté noir sur le dessus; 3) paillis de polyéthylène noir extra-mince; 4) paillis de riz; 5) aucun paillage, tuteurage des pieds et 6) aucun paillage ni tuteurage. Les mini-semenceaux de chaque traitement ont été transplantés à tous les 25 cm sur des billons espacés de 1 m dans des parcelles de 100 m^2 selon un plan en blocs aléatoires à quatre répétitions. Nous avons utilisé le cultivar TDr 131 de l'igname guinée (*Dioscorea rotundata*).

Les mini-semenceaux ont été transplantés le 5 juin 1985 et le sol a été recouvert de paille de riz (6 t/ha). Les plants qui devaient être tuteurés l'ont été 6 semaines après leur transplantation. La croissance a été surveillée à l'aide de méthodes conventionnelles d'analyse. Des échantillons ont été prélevés 60 jours après la transplantation et ensuite à tous les 21 jours, recueillant à chaque occasion huit plants par traitement. La surface foliaire a été mesurée à l'aide d'un indicateur de surface portatif (LI–3000). La température du sol de chaque traitement a été mesurée deux fois par jour, soit à 8 h et à 15 h à l'aide d'un thermomètre à tige recourbée enfoncé de 5 cm dans le sol.

Lors de la deuxième expérience (exp. II), des cultivars TDr 131 et TDr 179 plantés à quatre densités différentes sous paillis de plastique (côté blanc sur le dessus) et sans paillis ont été observés. Les mini-semenceaux ont été transplantés sur des billons espacés de 1 m à des intervalles de 50, 25 et 15 cm donnant des densités de plantation respectives de 20 000, 40 000 et 60 000 pieds/ha. Nous avons obtenu une densité de 80 000/ha en plantant deux rangées de plants espacés de 25 cm sur un même billon. Un plan en parcelles subdivisées à trois répétitions a été adopté où le paillage plastique et le non-paillage étaient les parcelles principales; des sous-parcelles ont été attribuées aux deux cultivars tout comme aux densités de plantation. Les mauvaises herbes ont été arrachées au besoin lors des deux expériences.

RÉSULTATS

ÉTABLISSEMENT DES MINI-SEMENCEAUX ET TEMPÉRATURE DU SOL

En règle générale, les mini-semenceaux ont pris du temps à s'établir (à reprendre) (Tableaux 1 et 2), même si leur taux de reprise était meilleur sous le paillis. Dans le cadre de l'expérience I, 80 % des mini-semenceaux s'étaient établis en moins de 6 semaines, tandis que les plants des traitements à tuteurage et sans paillage ni tuteurage ont mis 9 semaines pour ce faire. Lors de l'expérience II, le cultivar TDr 131 s'établissait plus facilement, notamment sous le paillis.

La paille de riz abaissait davantage la température du sol comparativement aux autres traitements et au sol sans protection (Tableau 3). Elle maintenait également une température du sol plus uniforme pendant toute la période de croissance. Nos observations concordent avec

Tableau 1. Pourcentage d'établissement des mini-semenceaux d'igname guinée transplantés, selon les différents types de paillis.

Traitement	Nombre de semaines après la transplantation		
	3	6	9
Pellicule de polyéthylène			
Côté noir sur le dessus	85,7	83,4	90,1
Côté blanc sur le dessus	71,1	88,6	93,4
Pellicule de polyéthylène noir extra-mince	64,2	85,4	90,2
Tuteurage, sans paillage	53,4	74,0	82,8
Ni tuteurage, ni paillage	51,0	70,8	85,8
Paille de riz	69,4	84,9	89,3

Tableau 2. Pourcentage d'établissement de mini-semenceaux de deux cultivars d'igname guinée transplantés sous paillis de plastique et à des densités de plantation diverses.

Densité de plantation (milliers/ha)	Nombre de semaines après la transplantation					
	Paillage			Sans paillage		
	3	6	9	3	6	9
			cv TDr 131			
20	61,2	80,2	95,5	49,9	71,8	89,9
40	54,9	76,0	95,3	45,7	64,8	83,6
60	62,9	76,4	92,3	45,7	67,7	89,4
80	56,6	69,3	95,3	50,5	64,5	86,4
			cv TDr 179			
20	51,6	71,9	86,6	45,6	60,2	84,6
40	51,9	55,1	86,9	42,4	58,1	86,4
60	47,8	68,6	89,4	41,5	60,4	83,5
80	52,9	68,3	86,6	39,2	55,2	88,1

Tableau 3. Effets des différents types de paillis sur la température du sol.[a]

Traitement	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Moyenne
Pellicule de polyéthylène					
Côté noir sur le dessus	36,08	30,56	31,14	33,70	32,87
Côté blanc sur le dessus	34,24	29,64	31,32	31,80	31,75
Pellicule de polyéthylène noir extra-mince	35,42	30,30	33,94	33,50	33,29
Tuteurage, sans paillage	36,14	28,68	30,34	31,80	31,79
Ni tuteurage, ni paillage	—	—	—	—	—
Paille de riz	29,80	27,04	27,68	29,80	28,33
Sol sans protection	36,78	29,54	28,14	36,30	32,69

[a] Les valeurs sont les moyennes mensuelles de 1 500 relevés effectués pendant la période de croissance principale (juillet-octobre).
[b] Aucune mesure n'a été prise.

celles de Maurya et Lal (1981). Les températures du sol ont été plus élevées en juillet dans tous les traitements.

PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE ET INDICE FOLIAIRE

Nous avons dressé la figure 1 à partir des quantités de matière sèche et des indices foliaires (IF) établis à partir de 3 échantillons sur 5 de l'expérience I. Les plants sous paillage plastique (côté blanc sur le dessus) ont donné le poids sec le plus élevé de tige, de tubercule et de racines par plant lors de chaque échantillonnage; le plus faible poids de matière sèche par plant a été obtenu dans le traitement sans paillage. Ces différences ont été relevées dès le premier échantillonnage et il en a été ainsi pendant tout le reste de la saison de croissance. Chaque plant

produisait un maximum de matière sèche 140 jours après sa transplantation dans chaque traitement.

La pellicule de plastique à surface blanche permettait d'obtenir un IF beaucoup plus élevé pendant toute la période de croissance (Fig. 2). Dans tous les traitements, l'indice foliaire était optimal une centaine de jours après la transplantation et déclinait rapidement par la suite. L'indice foliaire des plants sous paillis de plastique blanc était trois fois plus élevé que celui des pieds tuteurés de façon traditionnelle.

RENDEMENT EN TUBERCULES ET COMPOSANTES DU RENDEMENT

Lors de l'expérience I, le nombre de tubercules ne variait que légèrement d'un traitement à l'autre (Tableau 4). Ils étaient plus abondants (37 330/ha) sous le paillis blanc et moins nombreux (33 790/ha) sous le paillis de plastique noir extra-mince, différence qui n'est toutefois pas significative. Le paillis à surface blanche a permis d'obtenir des tubercules d'une grosseur moyenne beaucoup plus élevée et un rendement total supérieur : 50 % plus élevé qu'avec le tuteurage traditionnel et plus du double des valeurs obtenues avec le traitement sans tuteurage ni paillage (Tableau 4). La paille de riz s'est classée deuxième.

Les résultats donnés par les mini-semenceaux sous paillis de plastique (côté blanc sur le dessus) ont été supérieurs à ceux du traitement sans paillage lors de l'expérience II (Tableau 5). Les tubercules étaient en moyenne plus de 50 % plus gros sous le paillis de plastique que sans paillis, à n'importe quelle densité de plantation (Tableau 5). Le plus fort rendement en tubercules (25,9 t/ha du cultivar TDr 131 à une densité de 60 000 pieds/ha) était près du double de celui obtenu sans paillage avec ce même cultivar. Le pourcentage de tubercules commercialisables (200 g) récoltés était également plus élevé sous paillis. Pour les deux types de cultivars, ce pourcentage était respectivement de 73,9 et de 95 % pour des densités de plantation forte et faible. La proportion de tubercules commercialisables

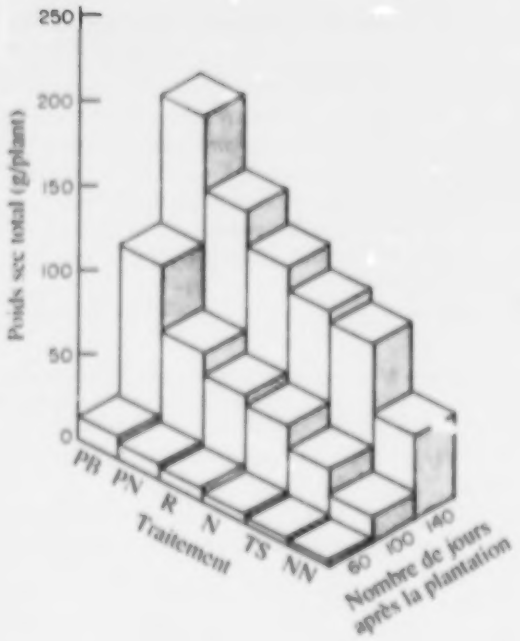


Fig. 1. Effets des différents types de paillis sur la production de matière sèche de mini-semenceaux d'igname guinée. Traitements : PB : pellicule de polyéthylène, côté blanc sur le dessus; PN : pellicule de polyéthylène, côté noir sur le dessus; R : paille de riz; N : pellicule de polyéthylène noir extra-mince; TS : tuteurage sans paillage; NN : ni tuteurage, ni paillage.

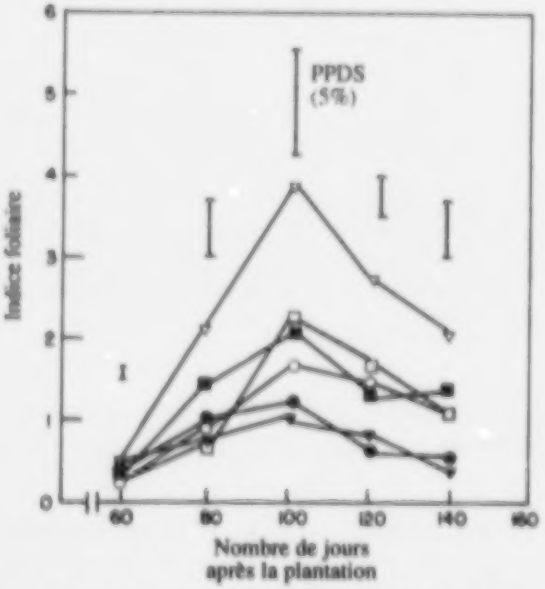


Fig. 2. Effets des différents types de paillis sur l'évolution de l'indice foliaire des mini-semenceaux d'igname guinée : ▽, pellicule de polyéthylène, côté blanc sur le dessus; ■, pellicule de polyéthylène, côté noir sur le dessus; □, paille de riz; ○, pellicule de polyéthylène noir extra-mince; ●, tuteurage, sans paillage; ▼, ni tuteurage, ni paillage.

Tableau 4. Effets des différents types de paillis sur le rendement des mini-semenceaux d'igname guinée.

Traitement	Nombre de tubercules/ha	Poids des tubercules (g)	Rendement en tubercules (t/ha)
Pellicule de polyéthylène			
Côté blanc sur le dessus	37 330	605,82	22,18
Côté noir sur le dessus	36 050	424,97	15,48
Paille de riz	34 300	517,79	17,87
Pellicule de polyéthylène noir extra-mince	33 790	415,48	14,15
Tuteurage sans paillage	37 160	399,93	14,88
Ni tuteurage, ni paillage	34 150	312,89	10,65
E	0,500	9,17	8,852
ppds ($P = 0,05$)	12,792	101,59	3,938

Tableau 5. Effets du paillis de polyéthylène et de la densité de plantation sur le rendement de mini-semenceaux de cultivars d'igname guinée.

Densité de plantation (milliers/ha)	Paillis de polyéthylène				Aucun paillage			
	Nombre de tubercules/ha	Poids des tubercules (g)	Rendement en tubercules (t/ha)	% de tubercules > 200 g	Nombre de tubercules/ha	Poids des tubercules (g)	Rendement en tubercules (t/ha)	% de tubercules > 200 g
			cv TDr 131					
20	25 000	680,23	17,36	94,47	23 000	447,98	10,32	95,47
40	38 300	555,91	21,30	88,28	38 300	402,58	15,68	86,46
60	59 500	334,36	19,93	73,93	65 200	232,60	15,26	65,53
80	72 200	330,89	25,90	81,76	63 300	208,84	13,20	70,56
			cv TDr 179					
20	19 700	610,04	12,03	95,03	23 100	316,33	7,98	69,53
40	39 700	480,60	19,66	82,33	39 000	303,43	12,25	66,70
60	57 800	417,09	24,05	79,70	58 800	264,56	15,54	47,43
80	68 000	349,77	23,72	75,57	63 900	259,24	15,14	70,83
ppds = ($P = 0,05$)[a]	6,40	92,14	5,28	15,84				
ppds = ($p = 0,05$)[b]	8,24	136,12	7,69	26,51				

[a] ppds pour comparer les traitements avec paillage à une densité de plantation donnée.
[b] ppds pour comparer les densités de plantation dans une parcelle principale donnée ou pour une variété donnée.

du cultivar TDr 131 était généralement plus élevée que celle du TDr 179 dans le traitement sans paillage.

Comme nous l'avions prévu, la grosseur des tubercules a diminué proportionnellement à l'augmentation de la densité de plantation. Le poids moyen d'un tubercule de TDr 131 variait de 680 g à 20 000 plants/ha à 330 g à 80 000 plants/ha dans le traitement avec paillage. Nous avons relevé une tendance similaire dans le traitement sans paillage, sauf dans le cas du cultivar TDr 179 dont le poids des tubercules diminuait de façon beaucoup moins marquée et non significative. C'est à la plus faible densité de plantation que les différences entre les traitements avec paillis et sans paillis étaient généralement plus marquées.

DISCUSSION

Cette étude révèle que le poids de matière sèche par plant et le rendement en tubercules frais étaient beaucoup plus élevés dans le traitement à paillis de plastique blanc. Ce résultat s'explique par un IF plus élevé et la plus longue durée de la surface foliaire. Bien que nous ne puissions établir clairement la raison de la supériorité de l'IF, nous savons que la surface foliaire disponible pendant la tubérisation détermine le rendement en ignames (Chapman 1965; Enyi 1972a, b). Le rendement supérieur obtenu grâce au paillis de plastique blanc pourrait donc s'expliquer par l'IF plus élevé et la durée accrue de la surface foliaire qui doivent avoir favorisé une plus forte

tubérisation pendant plus longtemps. De plus, les surfaces blanches (comme celles du paillage plastique) reflètent la lumière (albédo), ce qui pourrait avoir amélioré la quantité de lumière interceptée par les plants poussant sous le paillis de polyéthylène blanc.

En règle générale, les IF obtenus lors de ces essais étaient faibles pour l'igname, en partie parce que la tubérisation a commencé tôt (6–7 semaines après la transplantation), à une période où l'IF était encore faible. La compétition intraspécifique entre les tubercules et les pousses naissantes pour les assimilats restreint l'expansion foliaire. Les ignames plantées dans un champ ébauchent leurs tubercules 12–13 semaines après la levée (Sobulo 1972; Onwueme 1978), permettant ainsi une expansion foliaire suffisante avant la tubérisation. Il s'ensuivrait donc que les rendements en ignames de semence de ces essais n'ont atteint qu'une fraction de leur potentiel.

Lors de l'expérience II, la grosseur des ignames diminuait proportionnellement à l'augmentation de la densité de plantation; toutefois, des ignames de plus de 300 g sous paillis de plastique ont été récoltées, même à une densité de 80 000/ha. Des différences plus marquées de grosseur ont été relevées entre les traitements avec et sans paillage, à des densités plus faibles. Il semble donc que le paillage donne des tubercules moins gros lorsque la densité de plantation augmente. Il nous faudra effectuer d'autres recherches puisque la grosseur et le nombre de tubercules influencent le rendement en ignames de semence.

BIBLIOGRAPHIE

Chapman, R. 1965. Some investigations into factors limiting yields in white Lisbon yams (*Dioscorea alata* L.) under Trinidad conditions. Tropical Agriculture (Trinidad), 42, p. 145.

Enyi, B.A.C. 1972a. The effects of seed size and spacing on growth and yield of lesser yam (*Dioscorea esculenta*). Journal of Agricultural Science (Cambridge), 78, p. 215

____ 1972b. Effects of staking, nitrogen and potassium on growth and development of lesser yams (*Dioscorea esculenta*). Annals of Applied Botany, 72, p. 211.

Muarya, P.R., Lal R. 1981. Effects of different mulching materials on soil properties and on the root growth and yield of maize (*Zea mays*) and cowpeas (*Vigna inquiculata*). Field Crops Research, 4, 33.

Okoli, O., Igbokwe, M.C., Ene, L.S.O., Nwokoye, J.U. 1982. Rapid multiplication of yam by minisett technique. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. Research Bulletin 2, 1-12.

Onwueme, I.C. 1978. The tropical tuber crops : yams, cassava, sweet potato and cocoyams. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, Royaume-Uni.

Sobulo, R.A. 1972. Studies on white yam (*Dioscorea rotundata*) 1 : growth analysis. Experimental Agriculture, 8, 99.

BOURGEONS AXILLAIRES ET MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE DE *DIOSCOREA*

F.I.O. Nwoke[1]

Dioscorea alata L. et *Dioscorea dumetorum* Pax. portent cinq bourgeons (un bourgeon principal et quatre bourgeons accessoires ou bourgeons axillaires secondaires) à l'aisselle de chaque feuille. *Dioscorea rotundata* Poir. et *Dioscorea cayenensis* Lam. ont quatre bourgeons et *Dioscorea bulbifera* L. porte trois bourgeons et une «ébauche de bulbille» à l'aisselle de chaque feuille. Toutes ces espèces ont des bourgeons axillaires sériaux descendants. La régénération des fragments de tige plantés dans le sol commence par l'apparition d'une excroissance tubéreuse blanchâtre, également appelée complexe nodal primaire, qui est issue de la prolifération des cellules de l'«ébauche de bulbille» et de celles à la base des bourgeons axillaires accessoires. La structure interne de cet organe tubéreux ressemble à celle d'un tubercule d'igname ou d'une bulbille aérienne en raison de son parenchyme interne lâche et d'un cortex de petites cellules parenchymateuses serrées entouré d'un épiderme. Les racines adventives et les ébauches des pousses naissent près du cortex de l'organe tubéreux. Malgré la formation de ces ébauches de pousses adventives, le deuxième bourgeon accessoire devient généralement la pousse aérienne.

L'igname est propagée depuis des siècles par voie végétative grâce à des ignames de semence ou à des semenceaux d'igname (Coursey 1967). Sadik et Okereke (1975) ont démontré qu'il était possible de cultiver l'igname à partir de semences sexuées, méthode dont les applications sont encore toutefois limitées. D'autres chercheurs ont également réussi à multiplier l'igname à partir de fragments de tige ou de feuille (Correll et al. 1955; Njoku 1963; Martin et Gaskins 1968; Cabanillas et Martin 1978). En effet, Vander Zaag et Fox (1981) ont prouvé que les fragments de tige se prêtaient à la production au champ de l'igname comestible *Dioscorea alata* L. Environ 3 à 8 semaines après la plantation d'un fragment de tige, des racines suivies d'une nouvelle pousse et d'un tubercule apparaissent à l'aisselle des feuilles (Njoku 1963). Le présent article décrit l'anatomie de l'aisselle foliaire de cinq espèces de *Dioscorea*, soit *D. rotundata* Poir., *D. cayenensis* Lam., *D. alata* L., *D. dumetorum* Pax. et *D. bulbifera* L. Il examine également la régénération de fragments de tige de *D. bulbifera* se produisant à l'aisselle des feuilles.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dix noeuds ont été prélevés chez des pieds de *D. rotundata*, *D. cayenensis*, *D. alata*, *D. dumetorum* et *D. bulbifera* âgés de 5 à 8 semaines dans les 20 noeuds de la partie inférieure de la tige et ont été fixés dans une solution de formaline-alcool-acide acétique (FAA).

Pour étudier la régénération des organes des fragments de tige de *D. bulbifera*, 30 fragments de tige ont été prélevés comprenant des rameaux, plusieurs noeuds et des feuilles chez des pieds de 5 à 8 semaines. Ensuite, le noeud le plus bas et la base des pétioles ont été enfouis dans un mélange humide de terre, de compost et de fumier (3:1:0,1 par volume) contenu dans des sacs de plastique noir (20 x 12 cm, 0,04 mm d'épaisseur) et placés à l'ombre. Les fragments utilisés étaient des rameaux caulinaires à plusieurs noeuds plutôt que les traditionnels fragments à noeud unique utilisés auparavant par d'autres chercheurs (Correll et al. 1955; Njoku 1963; Martin et

1. Département de botanique, Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria.

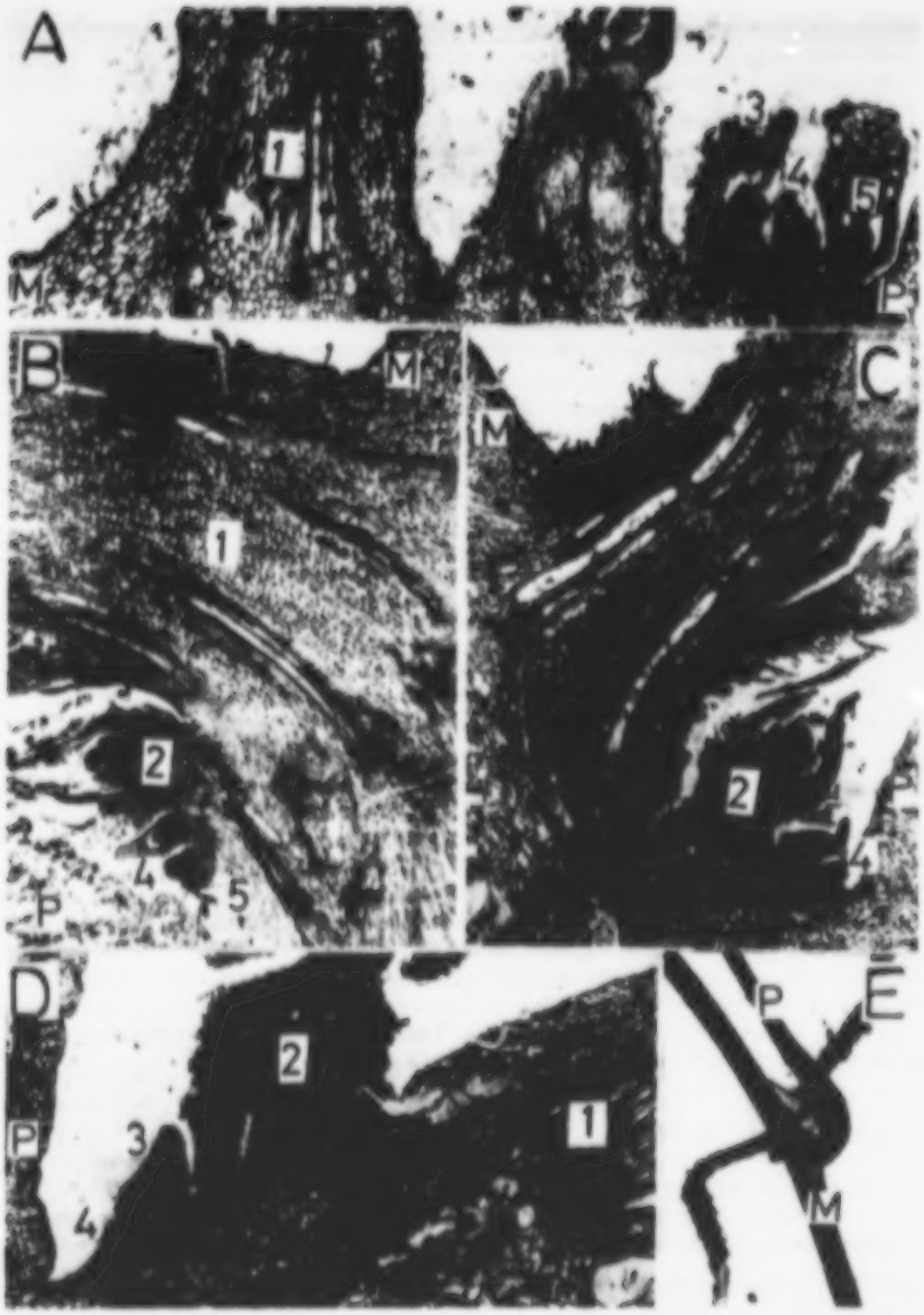


Fig. 1. Coupes longitudinales de l'aisselle foliaire de spécimens de *Dioscorea* montrant les rameaux axillaires et des bourgeons accessoires en nombres divers : (A) *D. dumetorum*, x 46; (B) *D. alata*, x 46; (C) *D. cayenensis*, x 46; (D) *D. rotundata*, x 46; (E) fragment de tige de deux semaines de *D. bulbifera*. Abréviations : 1, bourgeon axillaire (rameau); 2, premier bourgeon accessoire; 3, deuxième bourgeon accessoire; 4, troisième bourgeon accessoire; 5, quatrième bourgeon accessoire; B, ébauche de bulbille; C, cortex; E : épiderme; G, organe tubéreux; K, cellules subérifiées; M, tige; N, tissu fondamental interne; P, pétiole; R, racine (ébauche de racine); S, pousse (ébauche de pousse).

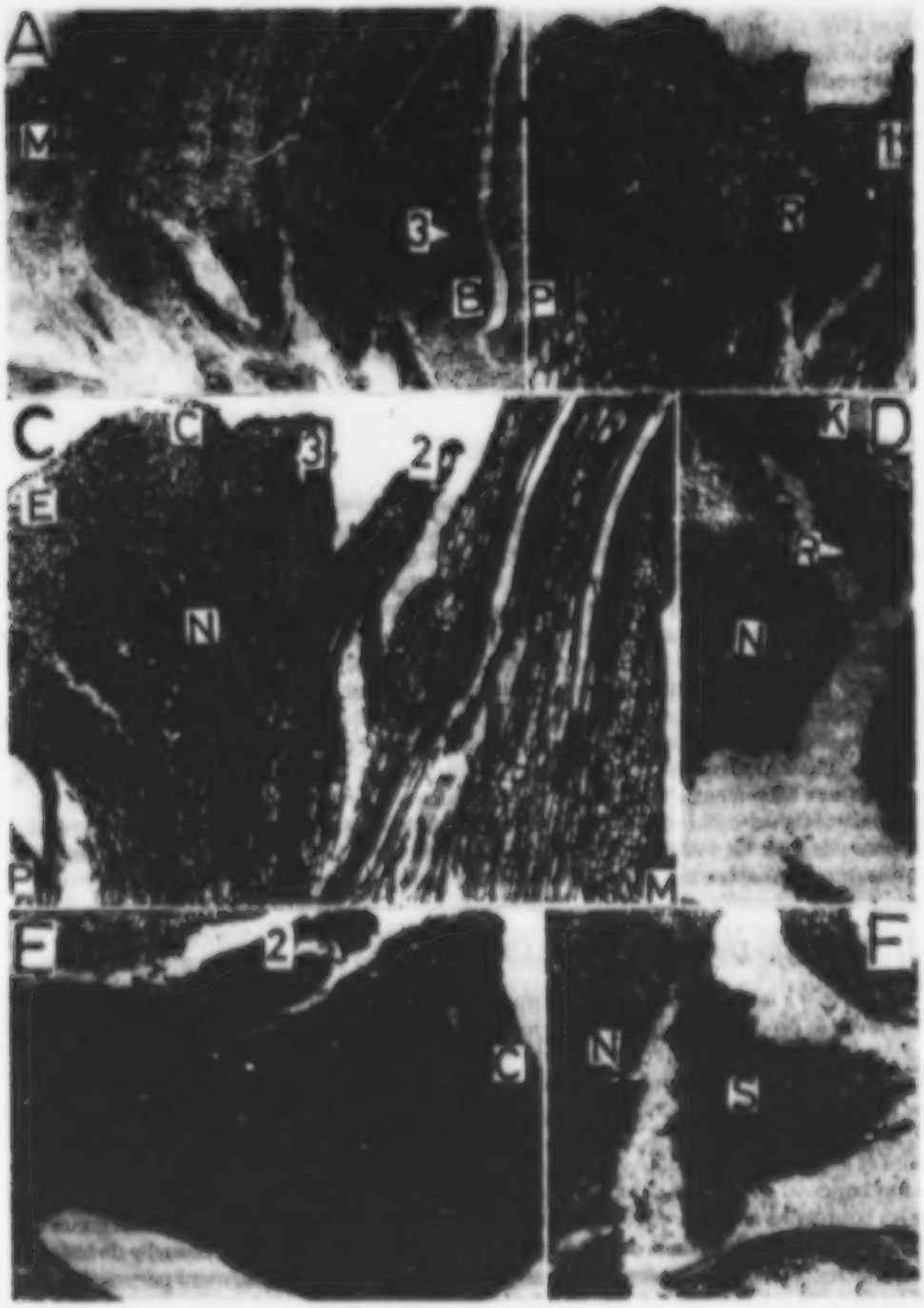


Fig. 2. (A) coupe longitudinale (CL) d'une aisselle foliaire de *D. bulbifera* montrant un rameau axillaire et des bourgeons accessoires, x 46. (B) Coupe longitudinale tangentielle (CLT) de la face ventrale de l'organe tubéreux montrant l'origine de l'ébauche de racine, x 46. (C) CL de l'aisselle foliaire d'un fragment de tige d'une semaine de *D. bulbifera* montrant la structure interne de l'organe tubéreux, x 46. (D) CLT de la face dorsale de l'organe tubéreux d'un fragment de tige de *D. bulbifera* montrant l'origine de l'ébauche de racine adventive dans les tissus du parenchyme interne adjacent au cortex, x 46. (E) CL de l'organe tubéreux d'un fragment de deux semaines montrant la formation de l'ébauche de pousse adventive, x 46. (F) Identique à la figure 2E, sauf que la coupe a été faite dans une nouvelle pousse issue de la reprise de la croissance du bourgeon accessoire secondaire, x 46. Voir la figure 1 pour connaître la signification des abréviations.

Gaskins 1968; Cabanillas et Martin 1978), car des études effectuées à l'aide de fragments de tige portant un nombre variable de noeuds et de feuilles ont montré que les fragments à deux noeuds ou plus produisaient un plus grand nombre de racines, une pousse plus grosse et un tubercule plus charnu que les fragments à noeud unique (Okonkwo et al. 1973). À chaque semaine, trois échantillons de 10 fragments ont été prélevés, coupant à la même occasion le noeud inférieur de chacun, le lavant et le fixant dans la solution de FAA.

Des coupes des tissus ainsi obtenus ont été déshydratées dans du butanol tertiaire et inclus dans la cire (Sass 1958). Des coupes longitudinales sériées de 10 µm d'épaisseur ont été effectuées à l'aisselle des feuilles à l'aide d'un microtome rotatif 820 d'American Optical. Les coupes ont été colorées à la safranine et au vert solide et montées dans de la résine (baume du Canada).

RÉSULTATS

BOURGEONS AXILLAIRES ET ACCESSOIRES

La figure 1A présente une coupe longitudinale de l'aisselle foliaire de *D. dumetorum* montrant la base d'un rameau axillaire (issu de la croissance d'un bourgeon axillaire) à son point d'insertion dans la tige et quatre bourgeons (secondaires) accessoires dormants s'intercalant entre sa base et le pétiole. Tous les bourgeons sont alignés verticalement, perpendiculairement à un axe. La figure 1B montre que *D. alata* a également un rameau axillaire et quatre bourgeons accessoires dormants. La coupe longitudinale médiane de l'aisselle foliaire de *D. cayenensis* (Fig. 1C) révèle un rameau axillaire court et trois bourgeons accessoires dormants. L'aisselle foliaire de *D. rotundata* porte également quatre bourgeons, mais la figure ne nous permet de voir qu'une partie de la base du rameau axillaire et trois bourgeons axillaires qui sont insérés entre cette base et le pétiole (Fig. 1D). La coupe médiane de l'aisselle foliaire d'un spécimen de *D. bulbifera* de 5 semaines (Fig. 2A) révèle la présence d'un rameau axillaire et de deux bourgeons accessoires ainsi que d'une «ébauche de bulbille» entre le deuxième bourgeon accessoire et le pétiole. L'expression «ébauche de bulbille» a déjà été utilisée par d'autres chercheurs (Okonkwo et al. 1973) pour désigner un mamelon de tissu mérismatique inséré entre les bourgeons accessoires et le pétiole qui a probablement donné naissance à la bulbille aérienne de *D. bulbifera*.

RÉGÉNÉRATION DES FRAGMENTS DE TIGE

Njoku (1963) a fait la preuve qu'un fragment de tige de n'importe laquelle espèce d'igname dont la levée se produisait une ou deux semaines après sa plantation produisait un corpuscule blanchâtre, également appelé complexe nodal primaire (Ferguson 1972), à l'aisselle foliaire. La figure 1E montre ce corps blanchâtre portant deux racines adventives proéminentes à l'aisselle d'une feuille de *D. bulbifera*. Une coupe longitudinale de l'aisselle foliaire d'un fragment de tige de *D. bulbifera* à ce stade (Fig. 2C) laisse voir que le corps blanchâtre se trouve entre le rameau axillaire et le pétiole et a définitivement une structure de tubercule : un épiderme entourant un tissu fondamental de cellules parenchymateuses. L'ébauche de bulbille (Fig. 2A) ne se trouve plus entre les bourgeons accessoires et le pétiole; elle a en effet cédé sa place à l'organe tubéreux qui, de toute évidence, est issu de la division et de l'élongation des cellules de l'ébauche de bulbille. Il semble que les tissus à la base des deux bourgeons accessoires aient également participé à la prolifération des cellules ayant mené au développement de l'organe tubéreux, entraînant un déplacement ascendant du premier et du deuxième bourgeon accessoire, le premier se retrouvant sur le côté et le second sur la face dorsale de l'organe tubéreux (Fig. 2C et 2E). La face dorsale de l'organe tubéreux est à l'opposé du point d'insertion de l'aisselle foliaire. L'organe tubéreux se développe simultanément pour envelopper le deuxième bourgeon accessoire (Fig. 2C et 2E). Sous l'épiderme, il est possible de différencier le parenchyme (tissu fondamental) en un cortex composé de 15–20 couches de petites cellules parenchymateuses serrées suivi d'un tissu fondamental interne de grandes cellules parenchymateuses lâches (Fig. 2E). Le cortex et le tissu parenchymateux interne renferment de nombreuses cellules à tanin et des idioblastes à raphides

groupés en faisceaux (Fig. 2C et 2E). Par conséquent, la structure interne de l'organe tubéreux est généralement similaire à celle d'un tubercule ou d'une bulbille d'igname.

La figure 2B montre une coupe longitudinale tangentielle de la face ventrale d'un organe tubéreux laissant voir l'ébauche de l'une des deux racines proéminentes (Fig. 1E) issues du tissu fondamental parenchymateux interne adjacent au cortex. On peut voir l'ébauche de racine qui a déjà produit des faisceaux vasculaires conducteurs qui progressent dans le cortex de l'organe tubéreux et dans les tissus à la base du rameau axillaire (Fig. 2B). La taille du deuxième bourgeon accessoire situé à la face dorsale de l'organe tubéreux augmente simultanément par division cellulaire. C'est ce bourgeon qui se transforme en pousse (Fig. 2F) malgré l'apparition de méristèmes primaires d'autres pousses (Fig. 2E). D'autres racines adventives se forment et la Fig. 2D montre l'origine de l'une d'elles. C'est à ce moment que l'épiderme de l'organe tubéreux plus gros est remplacé par des couches de cellules subérifiées.

DISCUSSION

La présence de bourgeons axillaires multiples a été signalée chez certaines espèces de *Dioscorea* (Burkill 1960; Rao et Tan 1976; Sharma 1976). Sharma (1976) a découvert un bourgeon axillaire et deux bourgeons accessoires chez *D. glabra* et Rao et Tan (1976) un bourgeon axillaire et trois bourgeons accessoires chez *D. sansibarensis*, nombre identique à ce que nos travaux nous ont permis de découvrir chez *D. rotundata* et *D. cayenensis*. La présence d'un bourgeon axillaire et de jusqu'à quatre bourgeons accessoires chez *D. alata* et *D. dumetorum* est un fait remarquable car ce chiffre semble être le nombre le plus élevé de bourgeons accessoires jamais dénombré chez une espèce de *Dioscorea*. Toutes ces espèces ont des bourgeons dits sériaux descendants puisque le bourgeon axillaire est le plus rapproché de la tige; les bourgeons accessoires sont disposés perpendiculairement à l'axe entre la base du bourgeon axillaire et le pétiole (Standt 1935; Keep 1969).

Pendant le cycle de croissance végétative, le bourgeon axillaire se transforme généralement en rameau latéral; toutefois, au stade de la reproduction, le bourgeon axillaire et certains bourgeons accessoires se transforment habituellement en rameaux florifères, comme certains auteurs l'ont démontré chez *D. bulbifera* (Okonkow et al. 1973). Bien que la capacité de reproduction sexuée de la plupart des ignames comestibles soit réduite, comme c'est souvent le cas chez les plantes qui se sont reproduites longtemps par voie végétative, il semble que le développement de nombreux bourgeons accessoires chez ces espèces de *Dioscorea* n'ait été à l'origine qu'une stratégie de reproduction, comme chez *Rubus idaeus* (Keep 1969), destinée à s'assurer une floraison adéquate. Chez les plantes-mères sur lesquelles des fragments de tige ont été prélevés, nous avons supprimé la croissance des bourgeons accessoires pendant la phase végétative en permettant non seulement au bourgeon apical de la tige mais également aux bourgeons du rameau axillaire de dominer. La reprise de la croissance du deuxième bourgeon accessoire le transformant en pousse du fragment de tige de *D. bulbifera* révèle donc que la dominance apicale habituelle prévalant chez les bourgeons axillaires et accessoires a été désorganisée en faveur d'une nouvelle dominance apicale dans l'organe tubéreux, centrée près du bourgeon accessoire secondaire.

La présente étude montre que l'organe tubéreux de *D. bulbifera* est issu de la prolifération de l'ébauche de bulbille et des cellules basales des bourgeons accessoires. Des études similaires portant sur d'autres espèces de *Dioscorea* montrent que l'organe tubéreux est probablement issu d'un méristème intercalaire ainsi que des cellules situées à la base des bourgeons accessoires, mais ces résultats seront présentés dans le cadre d'autres rapports.

BIBLIOGRAPHIE

Burkill, I.R. 1960. The organography and evolution of Dioscoriaceae, the family of yams. Botanical Journal of Linnean Society, 56, 319-412.

Cabanillas, E., Martin, F.W. 1978. The propagation of edible yams from cuttings. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 62, 249-254.

Correll, D.S., Schubert, D.G., Gentry, H.S., Hawley, W.O. 1955. The search of plant precursors of cortisone. Economic Botany, 9, 307-375.

Coursey, D.G. éd., 1967. Yams. Longman Group Ltd, Londres, Royaume-Uni, 230 p.

Ferguson, T.U. 1972. The propagation of *Dioscorea* spp. by vine cuttings — a critical review. Tropical Root Tuber Crop Newsletter, 5, 4-7.

Keep, E. 1969. Accessory buds in the genus *Rubus* with particular reference to *Rubus idaeus* L. Annals of Botany (Londres), 33, 191-204.

Martin F.W., Gaskins, M.H. 1968. Cultivation of the sapogenin-bearing *Dioscorea* species. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, États-Unis. Production Research Report 103, 19 p.

Njoku, E. 1963. The propagation of yams (*Dioscorea* spp.) by vine cuttings. Journal of the West African Sciences Association, 8, 29-32.

Okonkwo, S.N.C., Nwoke, F.I.O., Njoku, E. 1973. Effect of age on the development of node cuttings of *Dioscorea bulbifera* L. *In* Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigéria, 2-9 December 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Rao, A.N., Tan A.S. 1976. Shoot apex and bulbil development in *Dioscorea sansibarensis* Pax. Botanical Journal of the Linnean Society, 72, 285-293.

Sadik, S., Okereke, O.U. 1975. A new approach to improvement of yam *Dioscorea rotundata*. Nature (Londres), 254, 134-135.

Sass, J.E. 1958. Botanical microtechnique. Iowa State University Press. Ames, IA, États-Unis. 228 p.

Sharma, O.P. 1976. Tuber versus bulbil of *Dioscorea glabra* - origin, development sprouting and morphology. Phytomorphology, 26, 87-96.

Standt, W. 1925. Towards understanding of accessory buds. Botanische Abhandlungen 7, 1-160.

Vander Zaag, P., Fox, R.L. 1981. Field production of yams (*Dioscorea alata*) from stem cuttings. Tropical Agriculture (Trinidad), 58, 143-145.

RÔLE DE LA PHOTOPÉRIODE DANS LA TUBÉRISATION DE MINI-SEMENCEAUX DE *DIOSCOREA ROTUNDATA* DANS LES CONDITIONS DE NSUKKA

C.E.A. Okezie[1]

Des mini-semenceaux de *Dioscorea rotundata* (cv. Nwaopoko) ont été prégermés pendant 10 semaines dans les conditions de Nsukka. À partir de la 6e semaine, les plants ont été soumis en série à des périodes de jours courts (10 h d'éclairement — 14 h d'obscurité) et de jours longs (16 h d'éclairement — 8 h d'obscurité) dans une serre et ont été échantillonnés à chaque semaine pour suivre l'évolution de la tubérisation. Malgré la durée variable de la tubérisation d'un plant à l'autre, les jours courts étaient plus inductifs en début de croissance que les jours longs. Cette observation a été étayée par une diminution de la tubérisation obtenue par des périodes d'éclairement au milieu de la longue nyctiphase (période obscure). L'effet favorable des jours courts sur la tubérisation avait tendance à diminuer proportionnellement à l'âge des plants avant leur exposition à un traitement de jours courts.

Malgré les divers modes de propagation de l'igname dont ont fait état de nombreux rapports, les ignames de semence, les semenceaux ou les bulbilles restent les méthodes les plus utilisées. Ce recours continuel à des tubercules souligne la nécessité de tirer profit des facteurs qui favorisent une tubérisation précoce et qui, par conséquent, prolongent la période de renflement des tubercules au champ.

Njoku (1963) et Okezie (1981) ont démontré que le photopériodisme exerçait un contrôle sur la croissance de tubercules de *Dioscorea alata* cultivés à partir de fragments de tige et de *Dioscorea rotundata* issus de semences véritables et que les jours courts, contrairement aux jours longs, favorisaient l'apparition d'un tubercule ayant un poids sec supérieur. Okonkwo (1985) a souligné que très peu de recherches avaient été effectuées sur les effets de la photopériode sur l'initiation du tubercule de l'igname, contrairement à la pomme de terre (Garner et Allard 1923) et au manioc (Bolhuis 1966; Lowe et al. 1976).

La technique des mini-semenceaux (Okoli et al. 1982) est fort prometteuse pour une multiplication rapide des ignames de semence. Les facteurs environnementaux qui améliorent la tubérisation pourraient aider à améliorer cette technique. Le présent article examine l'influence de la longueur du jour ou photopériode sur la tubérisation de cultivars Nwaopoko de *D. rotundata* issus de mini-semenceaux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des mini-semenceaux du cultivar Nwaokopo de *D. rotundata* ont été préparés selon la méthode établie par Okoli et al. (1982) et seuls des fragments de la couronne (de tête) des tubercules ont été prélevés pour s'assurer d'une meilleure germination. Tous les mini-semenceaux ont été saupoudrés d'Aldrex (10 g pour 150 mini-semenceaux) et mis à sécher à l'air

1. Département de botanique, Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria.

sur une surface dure pendant environ 24 h (Iwueke et al. 1983) pour les protéger contre la pourriture avant leur prégermination. Des mini-semenceaux de 25 g ± 2 g ont été prégermés pendant 10 semaines dans des boîtes contenant de la sciure, dans une serre où la température moyenne était de 27 ± 2 °C et l'humidité relative de 68 %. La sciure a été arrosée modérément et les boîtes ont été recouvertes d'un film de polythène pour y conserver l'humidité.

Des gemmules ont commencé à apparaître dès la 4e semaine de la période de prégermination et les mini-semenceaux non tubérisés et à croissance uniforme ont été transférés un à un dans un mélange de terreau–fumier dans un gros sac de plastique noir suspendu à des châssis de bois de la serre de la 6e semaine, lorsque bon nombre des plantules avaient maintenant au moins une feuille complètement déroulée, jusqu'à la 10e semaine. Les sacs contenant les plantules ont été divisés en trois groupes de traitement : 10 h de lumière et 14 h d'obscurité, 16 h de lumière et 8 h d'obscurité et 10 h de lumière et 14 h d'obscurité interrompues par une brève illumination après 7 h.

Un épais tissu noir était posé sur le châssis de bois de 18 h à 8 h pour recouvrir les plants et leur donner une période d'éclairement de 10 h à la lumière naturelle. Pour la période éclairée de 16 h, la lumière naturelle du jour a été prolongée par 4 tubes fluorescents cool-white (blanc froid) (Quickstart BG Tropical Day-light, 6 500 klx) reliés à une minuterie enfichable automatique, produisant une intensité lumineuse de 600 lx au niveau des plants entre 18 h et 22 h et, à nouveau, entre 6 h et 8 h le matin suivant pour combler le décalage entre le coucher et le lever du soleil. On interrompait la période obscure de 14 h à mi-chemin en allumant à la main deux tubes fluorescents installés dans l'une des pièces à jours courts à 1 h chaque matin pendant 10 min, fournissant ainsi aux plants une luminosité d'environ 200 lx. Les plants ont ensuite poursuivi sans intervention leur croissance jusqu'à maturité.

Aux fins de recherches, 10–20 plants par traitement ont été échantillonnés et chaque plant servait de répétition. Dix à quinze plants ont été récoltés chaque jour, dans chaque traitement, pour surveiller la période d'initiation du tubercule et des registres sur le nombre de jours s'écoulant jusqu'à la tubérisation ont été tenus à jour. Les effets de la photopériode sur la tubérisation du plant ont été déterminés en récoltant 15–20 plants par traitement, par semaine; seuls les plants âgés de 6 semaines au moment de leur exposition à différentes photopériodes ont été recueillis. L'effet de la longueur du jour sur le mode de compartimentation des assimilats vers les divers organes a également été déterminé chez les plants âgés de 6 semaines lors de leur exposition à des périodes de jours courts et de jours longs et à partir de l'initiation de la tubérisation. Dix plants ont été récoltés dans chaque traitement et les feuilles, les tiges, les racines et le tubercule de chaque plant ont été mis dans des enveloppes séparées et séchés dans une étuve à 80 °C pendant 48 h jusqu'à ce que leur poids reste constant. On a ensuite mesuré le poids moyen de chaque partie de plant par traitement.

RÉSULTATS

Les jours courts ont initié plus rapidement la tubérisation chez les jeunes plants (plantules de 6–7 semaines) que les jours longs, mais le phénomène inverse s'est produit chez les plants plus âgés (plantules de 8-10 semaines) (Fig. 1). Le tubercule des plantules plus âgées est également apparu plus rapidement lors du traitement photopériodique. Le tubercule des plants exposés à une photophase (période éclairée) courte interrompue par un éclairement au milieu de la nyctiphase (période obscure) de 14 h apparaissait aussi rapidement que chez les plants soumis à des jours longs, ce qui permet de supposer que l'effet tubérifiant des jours courts est annulé par cette intermède d'éclairement.

Les jours courts ont induit une meilleure tubérisation uniquement pendant les 4 premières semaines de croissance. Une fois le tubercule formé, les jours longs favorisaient davantage son renflement que les jours courts : dès la 8e semaine, 100 % des tubercules étaient apparus chez les plants exposés à des jours longs, par opposition à 80 % chez les plants exposés à des jours courts (Fig. 2). L'évolution de la tubérisation était également semblable chez les plants soumis à des

jours courts avec une période d'éclairement au milieu de la nyctiphase de 14 h et chez les plants soumis à des jours longs.

La figure 3 montre que la croissance des pousses était beaucoup plus significative ($P = 0,05$) en période de jours longs que de jours courts à partir de la 8e semaine de croissance, dans les divers traitements photopériodiques. Les jours longs avaient tendance à favoriser davantage la croissance des racines que les jours courts, même si cette croissance s'est terminée tôt dans les deux cas. Les jours courts produisaient toutefois une tubérisation plus importante, de la période d'initiation du tubercule jusqu'à la 6e semaine de croissance; les jours longs donnaient ensuite de meilleurs résultats. Fait intéressant à noter, le poids sec total des plants soumis à l'un ou l'autre traitement ne présentait aucune différence significative.

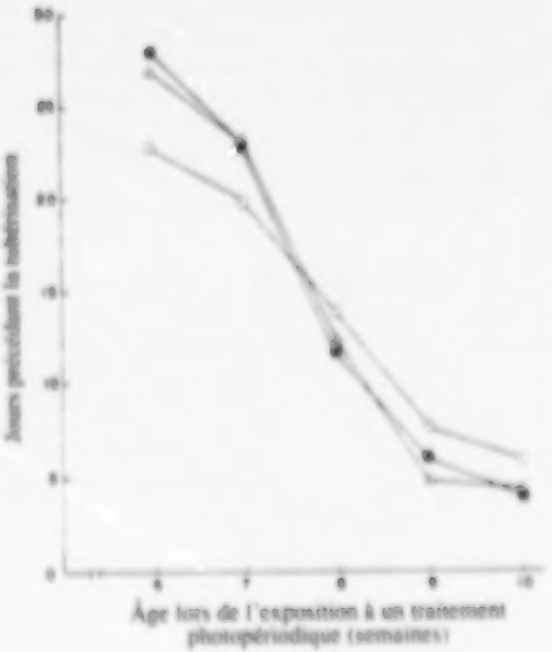


Fig. 1. Effets de l'âge des plants du cultivar Nwapoko de *Dioscorea rotundata* cultivés à partir de mini-semenceaux exposés à des jours courts (○), à des jours longs (●) ou à des jours courts avec intervalle d'éclairement en période obscure (△) sur le nombre de jours précédant la tubérisation.

Discussion

Les effets favorables des jours courts sur la tubérisation des jeunes plants de *D. rotundata* cultivés à partir de mini-semenceaux découverts par la présente étude concordent avec des résultats obtenus précédemment avec *D. rotundata* issus de semences (Okezie 1981) et *D. alata* issus de fragments de tige (Njoku 1963). D'autres rapports font état de résultats similaires pour la pomme de terre (Garner et Allard 1923); Chapman 1958) et le manioc (Bolhuis 1966; Lowe et al. 1976).

L'initiation plus rapide des tubercules par les jours courts, établie grâce à l'échantillonnage quotidien des plants dans le cadre de cette étude, permettrait de supposer que les jours courts favorisent, outre le renflement du tubercule, l'accélération de l'initiation de la tubérisation, notamment chez les jeunes plantules âgées de 6–7 semaines lors du traitement photopériodique. Le fait que l'interruption de la période obscure de 14 h ait annulé l'effet favorable des jours courts est une preuve à l'appui du rôle de

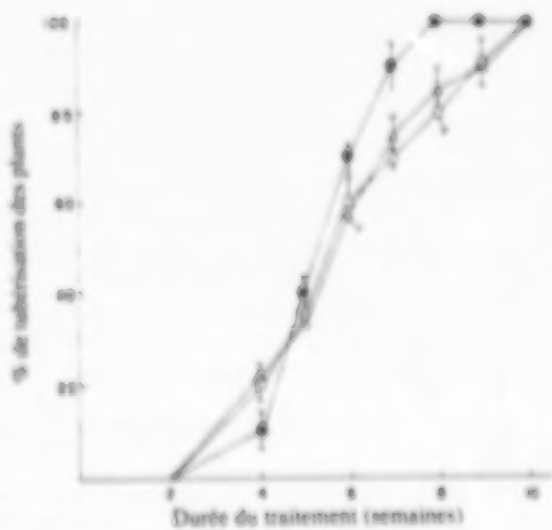


Fig. 2. Évolution dans le temps (pourcentage de tubérisation) de plants du cultivar Nwapoko de *Dioscorea rotundata* cultivés à partir de mini-semenceaux exposés à des jours courts (○), à des jours longs (●) et à des jours courts avec intervalle d'éclairement en période obscure (△).

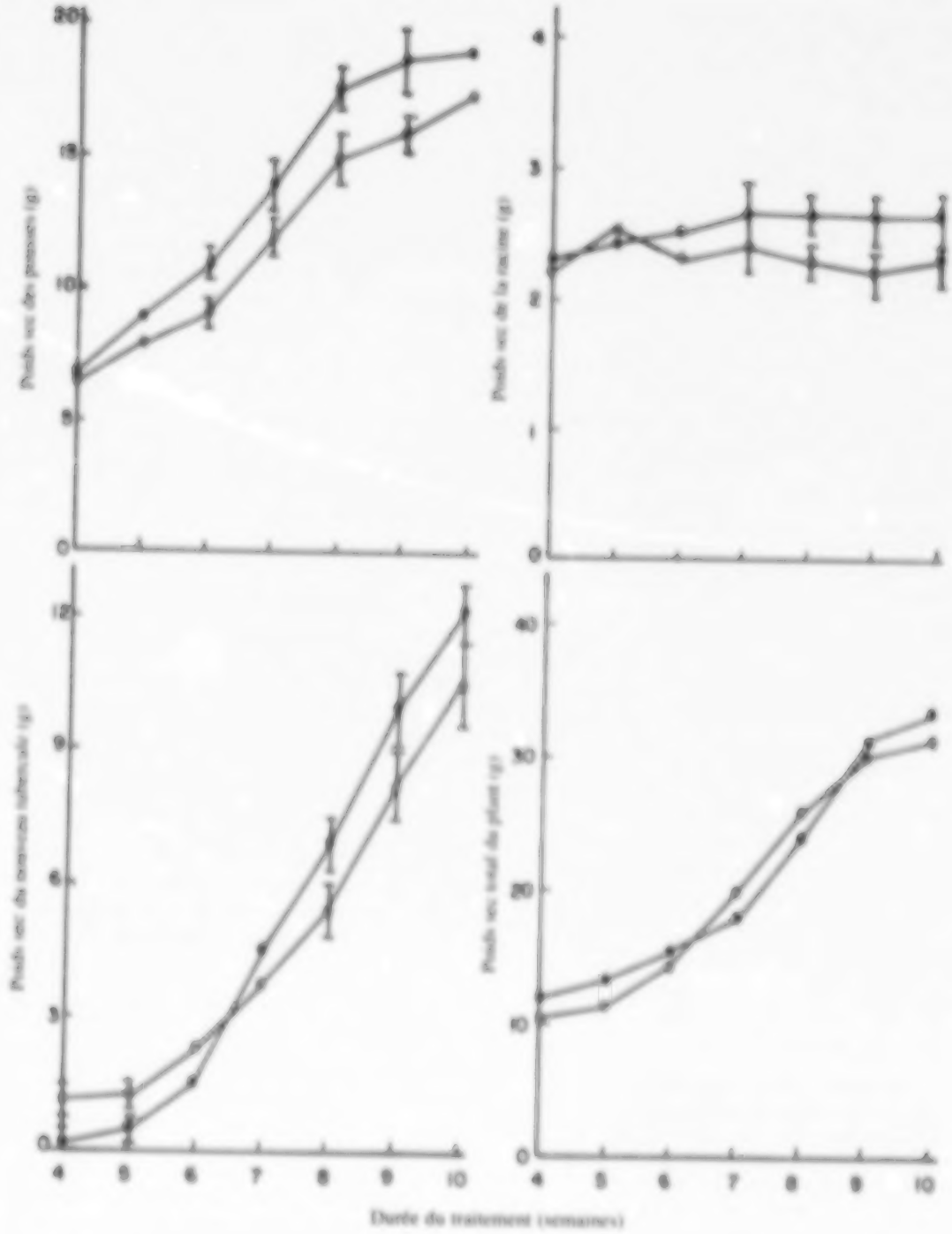


Fig. 3. Évolution dans le temps (poids sec des divers organes) de plants du cultivar Nwapotio de *Dioscorea rotundata* cultivés à partir de mini-semenceaux exposés à des jours courts (○) et à des jours longs (●).

ceux-ci dans l'amélioration de la tubérisation. Wareing (1973) a suggéré l'existence d'une régulation hormonale de la tubérisation et d'une hormone particulière qui pourrait l'initier. Kumar et Wareing (1973) ont démontré l'existence d'un stimulus particulier provoquant la tubérisation chez *Solanum andigena*; même si aucune hormone de tubérisation n'a été identifiée chez les ignames (Okonkwo 1985), il se peut qu'elle soit intervenue chez les jeunes plants de *D. rotundata* exposés à des jours courts de la présente étude. Un tel facteur s'accumulerait davantage dans les feuilles des jeunes plants soumis à des jours courts ou induirait la formation de nouveaux tubercules par transfert direct du matériel du tubercule-mère de façon semblable à celle des tubercules subissant un stress hydrique (Onwueme 1975).

Les jours courts n'ont toutefois pas amélioré la tubérisation chez les plantules plus âgées (8–10 semaines au moment du traitement photopériodique), probablement parce que les feuilles ont atteint un stade de leur développement pendant lequel la contribution des photosynthétats à la tubérisation a supprimé les effets du stimulus qui favorise le phénomène en période de jours courts. Ce résultat concorde avec des études ayant établi que la tubérisation se produisait à la 9e semaine (Nwoke et al. 1984), entre les 8 et 10e semaines (Njoku et al. 1986) ou à la 10e semaine (Okazie et al. 1986). Il s'ensuit que le méconisme interne qui assure la tubérisation chez les plants plus âgés avant leur traitement photopériodique peut avoir supprimé le méconisme qui favorise la tubérisation en période de jours courts.

L'accélération de la tubérisation par les jours courts ne s'est manifestée que pendant les trois premières semaines suivant l'initiation du tubercule, son poids sec étant beaucoup plus élevé ($P = 0,05$) en période de jours courts. L'accélération de la croissance des pousses pendant les jours longs explique probablement l'interruption du phénomène précédent. Par conséquent, lorsque le couvert végétal est devenu complet, le surplus de photosynthétats produits par des jours longs a donné une tubérisation supérieure à celle induite par les jours courts à ce stade ultérieur de croissance. Okezie (1981) fait état de résultats similaires chez des plants de *D. rotundata* cultivés à partir de semences.

Bibliographie

Bolhuis, G.G. 1966. Influence of length of the illumination period on root formation in cassava. *Manihot utilissima* Pohl. Netherlands Journal of Agricultural Science, 24, 251-262.

Chapman, H.W. 1958. Tuberization in the potato plant. Physiologia Plantarum, 11, 215.

Garner, W.W., Allard, H.A. 1923. Further studies in photoperiodism: the response of the plant to relative length of day and night. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 23, 971-988.

Iwueke, C.C., Mbeta, E.N., Okereke, H.E. 1983. Rapid multiplication of seed yam by minisett technique. National Root Crop Research Institute, Umudike, Nigeria Advisory Bulletin 9, 8 p.

Kumar, D., Wareing, P.G. 1973. Studies on tuberization in *Solanum andigena* : I — evidence for the existence and movement of a specific tuberization stimulus. New Phytologist, 72, 283-287.

Lowe, S.B., Mahon, J.D., Hunt, L.A. 1976. The effect of daylength on shoot growth and formation of root tubers in young plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Plant Science Letters, 6, 57-62.

Njoku, E. 1963. The propagation of yams (*Dioscorea* spp.) by vine cuttings. Journal of the West African Science Association, 8, 29-32.

Njoku, E., Oyolu, C., Okonkwo, S.N.C., Nwoke, F.I.O. 1984. Pattern of growth and development in *Dioscorea rotundata* Poir. Tropical Agriculture (Trinidad), 61(1), 17-19.

Nwoke, F.I.O., Njoku, E., Okonkwo, S.N.C. 1984. Effect of sett size on yield of individual plants of *Dioscorea rotundata* Poir. Tropical Agriculture (Trinidad), 61(2), 99-101.

Okezie, C.E.A. 1981. Morphogenetic and growth analysis studies on the white Guinea yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) raised from seed. Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria. Thèse de doctorat.

Okezie, C.E.A., Nwoke, F.I.O., Okonkwo, S.N.C. 1986. Field studies on the growth pattern of *Dioscorea rotundata* Poir. propagated by seed. Tropical Agriculture (Trinidad), 63(1), 22-24.

Okoli, O.O., Igbokwe, M.C., Ene, L.S.O., Nwokoye, J.U. 1982. Rapid multiplication of yam by minisett technique. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. Research Bulletin 2, 1-12.

Okonkwo, S.N.C. 1985. The botany of the yam plant and its exploitation in enhanced productivity of the crop. *In* Osuji, G.O., éd., Advances in yam research : the biochemistry and technology of the yam tuber. Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria. p. 1-29.

Onwueme, I.C. 1975. Tuber formation in yam (*Dioscorea* spp.) : effect of moisture stress - contribution of parent sett. Journal of Agriculture Science (Cambridge), 85, 267-269.

Wareing, P.F. 1973. Hormones and tuberization. *In* Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Roots Crops, Ibadan, Nigeria, 2-9 December 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

OBSTACLES À LA PRODUCTION DE L'IGNAME AU BÉNIN

Y.M. Gbedolo[1]

L'igname est l'une des cultures vivrières les plus importantes du Bénin, où elle est surtout cultivée dans les régions du Nord. Le présent article décrit brièvement certains des principaux facteurs entravant la production de l'igname, les tentatives destinées à accroître son rendement et l'intervention de la recherche agricole dans ce domaine et propose certaines solutions. L'une des causes essentielles du faible rendement de l'igname est l'absence de cultivars améliorés et de techniques culturales adaptées aux conditions du milieu. Des recherches en ce sens pourraient améliorer la production et résoudre les problèmes liés à la fertilité du sol. À tout ceci, il convient d'ajouter le problème de l'entreposage et de la commercialisation des tubercules (récolte, distribution et vente dans les zones urbaines).

L'igname est l'une des cultures vivrières les plus importantes du Bénin. Elle est surtout cultivée dans la zone septentrionale (Borgou-Atacora) et dans la partie nord de la province centrale du Zou où elle joue un rôle économique et social important. L'igname est une culture qui a intégré entièrement les moeurs et traditions des populations du Nord-Bénin à tel point qu'on peut parler ici d'une civilisation de l'igname. Elle est au menu de toutes les grandes cérémonies, est offerte aux invités de marque et constitue le point central de n'importe quelle cérémonie rituelle. La production de l'igname connaît toutefois une certaine régression depuis quelques années. Les causes de cette baisse sont de différents ordres : technique, économique et social. Ce phénomène s'explique facilement par les contraintes qui entravent non seulement la production de l'igname mais aussi la recherche sur cette culture.

OBSTACLES D'ORDRE TECHNIQUE

FERTILITÉ DU SOL

FERTILITÉ PHYSIQUE

L'igname est une plante exigeante. Elle est placée en général en tête d'assolement dans des sols très riches ayant fait l'objet d'une excellente préparation et d'un buttage soigné. L'opération exige beaucoup de main-d'oeuvre, laquelle devient de plus en plus rare à cause de l'exode rural, ce qui augmente considérablement les coûts de production.

La préparation du sol provoque la formation de nombreuses mottes, ce qui entraîne la dégradation du sol. Ce phénomène qui s'amorce immédiatement après le buttage est dû à l'évaporation intense provoquée par l'harmattan, surtout en mars et en avril, à la suite de l'alternance de conditions humides et sèches dues aux premières pluies et aux températures élevées. Des observations faites dans le nord du Bénin ont prouvé que la formation de mottes a des conséquences défavorables sur la culture de l'igname car elle accroît considérablement la conductibilité calorifique du milieu, ce qui fait pourrir beaucoup plus les boutures mises en terre

1. Station d'INA, Direction de la recherche agronomique, ministère du Développement rural et de l'action coopérative, B.P. 3, N'Dali, Bénin.

et oppose une résistance considérable à l'émergence des jeunes pousses, prolongeant ainsi la levée et retardant la croissance.

À l'heure actuelle, la solution la plus efficace est d'éviter une mécanisation trop poussée de la culture de l'igname et d'essayer de l'intégrer dans un système de rotation adéquat de manière à ne pas perturber sa culture. On pourra toutefois avoir recours à la traction animale qui dégrade moins les sols. Par ailleurs, il serait souhaitable de retarder le buttage et par conséquent la plantation jusqu'aux premières pluies pour des raisons phytosanitaires (nématodes).

FERTILITÉ CHIMIQUE

Les nombreux essais effectués avec des engrais minéraux dans le nord du Bénin n'ont que très rarement donné des résultats positifs. Les engrais azotés ont souvent donné des résultats décevants (abondance de la végétation et mauvaise qualité organoleptique des tubercules). Par contre, l'utilisation d'engrais organiques a toujours donné des résultats prometteurs. Elle s'est toutefois avérée impossible en milieu rural en raison de la rareté de ces engrais.

Le recours périodique à la jachère artificielle est sans aucun doute la méthode la plus simple à mettre en oeuvre pour restructurer le sol avant sa mise en culture. En matière de fertilité chimique, l'utilisation des effets résiduels des cultures précédentes dans un système de culture continue pourra maintenir le taux de fertilité à un niveau acceptable et favoriser un rendement élevé en ignames. En d'autres termes, une étude plus approfondie des cultures précédentes pourrait apporter une solution satisfaisante au problème de fertilité.

TECHNIQUES CULTURALES

Dans une région où la base de l'alimentation est l'igname, le succès de l'intégration de cette plante à un système de culture continue est subordonné à l'assurance pour l'agriculteur de tirer des bénéfices équivalents ou supérieurs à ceux que lui procurent les méthodes traditionnelles. Nous comprenons aisément leurs réticences aux tentatives d'intervention de la Direction de la recherche agronomique dans le domaine des techniques culturales.

L'agriculteur se préoccupe essentiellement

- de la précocité de la récolte de *Dioscorea rotundata*,
- de la grosseur des tubercules (les gros tubercules sont plus faciles à commercialiser),
- de l'obtention d'un rendement élevé à un moindre coût.

Il peut atteindre ces objectifs en diminuant les densités de plantation et grâce au tuteurage.

DENSITÉ DE PLANTATION

Une densité de plantation réduite (augmentation de la taille des billons) peut donner un rendement supérieur, pourvu que la fertilité du sol soit suffisante. L'agriculteur peut ainsi

Tableau 1. Effets de la densité de plantation sur la production et le rendement de deux variétés d'igname.

Variété d'igname	Espacement (m)	Densité de plantation (nombre de pieds/ha)	Production (kg/billon)	Rendement (ignames/ha)
D. cayenensis	1,2 x 1,2	6 944 (100)[a]	2,52 (100)	17,50 (100)
Terkokoncu	1,6 x 1,6	3 906 (56)	3,70 (147)	14,45 (83)
	2,4 x 2,4	1 736 (25)	5,71 (227)	9,97 (57)
D. rotundata				
Singou	1,2 x 1,2	6 944 (100)	1,95 (100)	13,56 (100)
	1,6 x 1,6	3 906 (56)	2,55 (131)	9,96 (74)
	2,4 x 2,4	1 736 (25)	4,62 (237)	8,02 (59)

[a] Les valeurs entre parenthèses sont des pourcentages relatifs.

produire des tubercules de grosseur normale (bonnes qualités commerciales) et maintenir sa production à un niveau correspondant à ses besoins (Tableau 1).

TUTEURAGE

L'efficacité de cette technique est bien connue, mais, compte tenu du travail qu'elle exige, elle n'est pas utilisée dans le système traditionnel. L'expérience a démontré que ce sont les variétés de *D. rotundata* qui réagissent le mieux au tuteurage, lequel est plus efficace pendant la seconde récolte (production d'ignames de semence), car la reprise de la plante exige alors une activité photosynthétique supérieure (Tableau 2). Dans la plupart des cas, le tuteurage est économiquement intéressant, mais il faudra toutefois trouver des méthodes moins coûteuses pour soutenir les plants jusqu'à ce qu'ils atteignent 2 m de hauteur.

MATÉRIEL DE PLANTATION

Le matériel de plantation est souvent difficile à obtenir dans le système traditionnel, en plus d'être coûteux et de qualité médiocre. En règle générale, on a recours à des fragments de tubercule d'igname. Cette méthode qui prive l'exploitant d'une bonne partie de sa production (20 à 25 % environ) présente certains inconvénients, à savoir :

- Les tubercules utilisés à cet effet ont été entreposés pendant 4 à 6 mois et ont subi de graves détériorations physiologiques qui provoquent une baisse de rendement.
- Après leur plantation, les fragments d'igname sont également attaqués par des champignons et d'autres micro-organismes qui se trouvent dans le sol.

Dans ces conditions, de petits tubercules entiers et sains pesant de 450 à 600 g sont le meilleur matériel de plantation. Ils donnent une bonne repousse au champ et de meilleurs rendements. Ainsi, la solution la plus adéquate serait de trouver une technologie de production rapide de ce matériel.

Tableau 2. Influence du tuteurage sur deux variétés d'igname.

Variété d'igname	Rendement (kg/ha) Sans tuteurage	Tuteurage	Changement (%)
D. Cayenensis Terkokonou	16,78	24,95	48
D. rotundata var. Agogo			
Première récolte	8,32	15,40	85
Deuxième récolte	2,29	7,54	229
Rendement total	10,61	22,94	116

PROBLÈMES DE MAUVAISES HERBES ET DE NÉMATODES

Les études ont montré que les soins à apporter à l'igname cultivée dans un système de culture continue exige beaucoup plus de main-d'oeuvre que les autres cultures (Tableau 3). L'agriculteur africain connaît bien ce problème. L'une des conditions essentielles pour l'amener à accepter de modifier ses méthodes de culture ancestrales est de pouvoir donc lui proposer une solution de rechange n'augmentant pas le coût de la main-d'oeuvre.

L'igname, contrairement aux autres cultures auxquelles l'épandage d'herbicides sélectifs permet de s'établir en l'absence de concurrence des mauvaises herbes pendant toute leur période de croissance, a souvent besoin de plus d'un traitement herbicide pour enrayer les mauvaises herbes. Les

Tableau 3. Coûts des soins culturaux à apporter à diverses cultures ou combinaisons de cultures dans un système de culture continue au Bénin.

Culture	Main-d'oeuvre quotidienne (nombre de travailleurs/ha)	Coût total (milliers de XOF/ha)[a]
Maïs	103	56,65
Sorgho	115	63,25
Arachide	126	69,30
Maïs-sorgho	145	77,55
Manioc	152	83,60
Coton	170	93,50
Igname	269	147,95
Igname-niébé	280	154,00

Source : SAFGRAD (1985).

[a] En mars 1987, 309 francs C.F.A. de la BCEAO (Banque centrale des États de l'Afrique de l'Ouest) (XOF) équivalaient à 1 $ US.

nématodes constituent aussi un fléau dangereux pour la culture de l'igname surtout en système continu de rotation. Lorsque l'igname n'est pas cultivée sur défriche, elle se trouve rapidement parasitée par les nématodes qui affectent considérablement le rendement en compromettant la levée (pourriture des boutures mises en terre) et en diminuant la vigueur des plants.

Le recours périodique à la jachère artificielle peut être l'une des solutions les plus efficaces et les moins coûteuses pour résoudre les problèmes de mauvaises herbes et de nématodes. *Andropogon gayanus* est l'espèce convenant le mieux à la jachère artificielle. Elle s'établit facilement après le sorgho cultivé en fin d'assolement, résiste bien aux feux de brousse et ses semences sont faciles à obtenir. L'etalement des dates de plantation est une solution efficace pour lutter contre les nématodes.

ENTREPOSAGE

La pénurie alimentaire est tellement grave dans les pays en développement et notamment en Afrique subsaharienne que tous les moyens pour accroître la production agricole et limiter les pertes post-récoltes sont les bienvenus. Conçues dans le cadre d'une économie d'autosuffisance, les méthodes traditionnelles d'entreposage des ignames ont assuré la subsistance des populations pendant des générations. Elles reposent essentiellement sur la capacité des diverses variétés d'igname à résister aux pourritures, *Dioscorea alata* et *D. dumetorum* donnant les meilleurs résultats. Les variétés de saison sèche de *D. cayenensis* se conservent mieux dans l'ensemble que les ignames à deux récoltes.

Selon des enquêtes sur la technologie post-récolte effectuées au Bénin, près de 85 % de la population rurale consomment les ignames qu'elle a elle-même produites. À la lumière de ces nouvelles données et observations, des efforts devront être déployés pour réduire les pertes post-récoltes, efforts qui devront se poursuivre et s'intensifier. La recherche agronomique se doit donc d'améliorer ces méthodes traditionnelles d'entreposage.

PROBLÈMES D'ORDRE ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

PROBLÈMES ÉCONOMIQUES

CARACTÉRISTIQUES DU RÉSEAU DE DISTRIBUTION COMMERCIAL

Au Bénin, la commercialisation de l'igname, comme celle des féculents tropicaux en général, est du ressort des négociants traditionnels. Le secteur commercial dit «moderne» ne s'intéresse pas à ces produits. Le secteur public, pour sa part, n'intervient pas du tout.

Les circuits de distribution de l'igname, du fait de leur caractère informel, sont en général mal connus et peu contrôlés. Les quantités mises sur le marché ne peuvent être recensées : l'organisation des circuits et les modalités des transactions ne sont pas connues des services officiels chargés de suivre la commercialisation. Les prix réels exigés aux différents niveaux ne peuvent être concrètement surveillés ni contrôlés.

En raison des caractéristiques de production et d'entreposage de l'igname, les principales contraintes à sa commercialisation viennent de sa récolte et de sa distribution en milieu urbain. Le rythme de commercialisation est toujours relativement lent, d'où des transactions isolées portant sur des quantités réduites d'ignames. La commercialisation se fait au rythme des besoins monétaires et des capacités de transformation (cosettes) du ménage qui préférera, s'il le peut, entreposer au village pendant quelques mois et vendre en fin de saison lorsque les prix sont plus favorables. La cueillette doit être régulière puisque ce sont des tubercules. Il faut donc que le cueilleur effectue des tournées régulières, selon la périodicité établie par le producteur. Quand les difficultés d'accès compliquent le travail des cueilleurs, les producteurs doivent vendre à perte et se désintéressent rapidement de la commercialisation.

On peut distinguer trois circuits de distribution. Le premier est le circuit direct, le producteur vendant alors directement au consommateur sur le marché local. C'est le mode d'approvisionnement privilégié des petites villes. Le deuxième est le circuit court; il n'y a alors qu'un seul intermédiaire entre la production et la distribution. Il s'agit en général d'un cueilleur commerçant venant s'approvisionner chez le producteur et revendant le produit sur le marché. Ce type de circuit demeure le plus utilisé et a l'avantage de limiter au minimum le nombre d'intermédiaires, donc d'éviter la prolifération des marges de profits tout en favorisant la régularité de la récolte. Lorsque les points de distribution sont à plus de 200 km et que le volume est suffisant, le réseau commercial a tendance à être formé de multiples circuits plus longs. Dans ce cas, le commerçant-cueilleur a un double rôle. Celui de cueilleur et celui de grossiste.

INCIDENCES ÉCONOMIQUES

La production et la commercialisation de l'igname pose un certain nombre de problèmes d'ordre économique. Les niveaux de production généralement statiques ou régressifs et l'absence de matériel de plantation amélioré provoquent une hausse incessante des coûts de production. L'igname, contrairement aux autres cultures, est généralement cultivée loin des grands centres, d'où son coût de distribution et de commercialisation élevé et le faible prix versé au producteur.

PROBLÈMES SOCIAUX

Dans les zones productrices, notamment le nord, une partie importante de la production d'igname est destinée à la consommation locale. La commercialisation incombe généralement aux femmes. C'est pourquoi les programmes visant à promouvoir une expansion de la production commercialisable doivent tenir compte de la disponibilité des femmes.

La culture étant le plus souvent pratiquée à petite échelle et à des fins de subsistance, l'exploitation agricole est à la fois une unité de production et de consommation, et les programmes de production sont donc en général étroitement liés à la situation économique et à l'organisation du ménage. Toute mesure favorisant une optimalisation de la production devra tenir compte de cette réalité.

Le partage des tâches agricoles entre l'homme et la femme constitue un obstacle particulier à l'expansion de la culture de l'igname. Pour le surmonter, il est nécessaire de posséder non seulement une connaissance approfondie des aspects sociaux de l'économie rurale, et particulièrement des processus de décision, mais également de mettre sur pied une politique permettant de sensibiliser concrètement les membres des familles des petits exploitants.

BIBLIOGRAPHIE

SAFGRAD (Recherche et développement sur les grains alimentaires en climat semi-aride). 1985. Rapport annuel. Projet SAFGRAD/Bénin. Ouagadougou, Burkina Faso.

RÉSUMÉS

INDICE DE RÉCOLTE DES IGNAMES ALIMENTAIRES ET SES INCIDENCES SUR L'AMÉLIORATION DU RENDEMENT EN TUBERCULES

M.O. AKORODA, Département d'agronomie, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria

Les estimations de l'indice de récolte d'ignames alimentaires à partir de rapports publiés et de données recueillies sur le terrain révèlent que le rendement en tubercules sera davantage amélioré par des modifications des méthodes culturales et des manipulations génétiques qui diminueront la grosseur de la tige proportionnellement à la quantité de tubercules obtenus. À l'heure actuelle, nous en connaissons très peu sur la dynamique de l'indice de récolte des ignames; par conséquent, il faudra effectuer davantage de recherches pour décrire les relations fonctionnelles existant entre les organes de la plante quant à la compartimentation des photosynthétats. En poids sec, les racines constituent 6 %, la tige, 16 %, les feuilles, 26 % et le tubercule 52 % de l'igname guinée; en poids humide, ces pourcentages passent à 9 % pour les racines, à 42 % pour la tige et à 49 % pour le tubercule. Les variations des estimations de l'indice de récolte révèlent que de plus longues périodes de croissance devraient apporter au départ une amélioration des rendements en tubercules. Les effets qu'aurait l'adaptation du concept d'indice de récolte à la recherche sur les ignames et ses incidences possibles sur l'élaboration de morphotypes concrets d'ignames sont examinés. Il semble que des rendements plus élevés en tubercules seront associés à des systèmes qui favorisent l'utilisation d'un minimum de semenceaux, de tuteurs, d'éléments nutritifs et d'eau dans un site donné et pendant une saison de culture particulière.

MÉTHODES TRADITIONNELLES DE RÉCOLTE DE L'IGNAME DANS LA SAVANE SOUDANAISE DU CAMEROUN

H.J. PFEIFFER, Institut de la recherche agronomique, Yaoundé, Cameroun, et
S.N. LYONGA, Institut de la recherche agronomique, Buea, Cameroun

La culture intensive de l'igname est pratiquée dans la région de Mbé (600 m au-dessus du niveau de la mer, pluviosité annuelle de 90–1200 mm) à des fins de consommation commerciale et domestique. L'article décrit les variétés et les méthodes culturales utilisées dans cette région. Il examine les effets marqués de la technique de paillage «Dourou hut» et ses incidences sur la vitesse de germination et la production des variétés cultivées le plus couramment. Il évalue les coûts de production et la répartition dans le temps des différents travaux. Il souligne que des recherches sur une culture plus intensive et la diversification de la production de l'igname dans la région de Mbé ont été entreprises.

INHIBITION DE LA GERMINATION PAR L'ACIDE GIBBÉRELLIQUE (GA_3) POUR LA CONSERVATION DES IGNAMES DE SEMENCE ET DE CONSOMMATION

N. IGWILO, E.N. ADA MBANASO, G.O.C. ONYIA et U.G. ATU, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

La germination de tubercules d'ignames traités à l'acide gibbérellique (GA_3) a été retardée en moyenne de 56 jours chez *Dioscorea rotundata* cv. Nwopoko et de 75 jours chez *Dioscorea alata* cv. Um 680 comparativement à des tubercules non traités. La germination de quelques tubercules du cv. Um 680 a été complètement inhibée pendant plus de 9 mois après leur récolte. Le GA_3 a inhibé la germination des tubercules dormants et dégermés. La durée de l'inhibition variait selon la concentration de GA_3, la grosseur du tubercule et la température ambiante. Le traitement au GA_3 a fait diminuer la perte de poids de 12–14 % par rapport au poids initial frais. Le GA_3 a réduit la déshydratation du tubercule plus qu'elle n'a réduit la perte de matière sèche. Les tubercules traités au GA_3 avaient conservé la plupart des qualités qu'ils avaient au début de l'expérience (c.-à-d., vitalité et palatabilité) 9 à 10 mois après la récolte; le taux de croissance des tiges a toutefois été grandement réduit. Ce matériel, lorsqu'il a été planté en novembre (12 mois après la récolte) sous forme de tubercules entiers, de semenceaux ou de mini-semenceaux dans des sols irrigués a germé et s'est développé normalement.

EFFET DE LA PROFONDEUR DE PLANTATION ET DE L'ORIENTATION DES MINI-SEMENCEAUX MIS EN TERRE SUR LA PRODUCTION D'IGNAMES DE SEMENCE

A.M. ENYINNAYA, M.C. IGBOKWE et A.O. NWANKITI, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Les effets de quatre profondeurs de plantation de mini-semenceaux d'igname (3, 6, 9, 12 cm) et de cinq positions dans le sol (périderme vers le haut, périderme vers le bas, périderme sur le côté avec la couronne vers le haut, périderme sur le côté avec la couronne en bas et périderme sur le côté avec l'axe couronne-talon horizontal) sur la croissance et le rendement d'ignames de semence ont été étudiés à Umudike en 1982 et 1983 à l'aide de *Dioscorea rotundata* cv. Nwopoko. En 1984, une étude similaire a été effectuée à cinq profondeurs différentes (3, 6, 9, 12 et 15 cm), les semenceaux étant tous placés de la même façon. Quatre cultivars, soit Nwopoko et Abi (*D. rotundata*), Um 680 (*Dioscorea alata*) et Okumanu (*Dioscorea cayenensis*) ont été utilisés. Tous les mini-semenceaux ont été plantés sur des billons à une densité de 40 000 pieds/ha. Aucune différence significative n'a été relevée entre le pourcentage de germination, 9 semaines après la plantation. Le rendement total en tubercules et le pourcentage de tubercules de plus de 200 g n'étaient pas non plus touchés de façon significative par la position du semenceau ou la profondeur de plantation. Le taux de germination et le rendement en tubercules des différents cultivars variait de façon significative. Six semaines après la plantation, les dommages causés aux semenceaux germés par des ravageurs étaient beaucoup plus importants chez ceux plantés à 3 cm. Le pourcentage de tubercules exposés et endommagés au moment de la récolte n'était toutefois pas statistiquement différent selon les profondeurs et les positions. Des profondeurs de 9 à 12 cm ont été jugées appropriées à la plantation des mini-semenceaux. Cette profondeur minimise l'exposition aux pluies, les dommages causés par les ravageurs et la pourriture provoquée par le soleil.

EFFET DU TYPE DE FRAGMENT DE TUBERCULE SUR LA PERFORMANCE DES IGNAMES CULTIVÉES À PARTIR DE MINI-SEMENCEAUX

M.C. IGBOKWE, B.C. ONAKU et F.A. OPARA, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

La performance de mini-semenceaux de *Dioscorea alata* cv. Um 680 issus de fragments de la couronne, du milieu et du talon de tubercules a été comparée lors d'un essai au champ à Umudike au Nigéria en 1982. L'expérience a été répétée en 1983 avec 6 cultivars d'ignames : Nwopoko, Obioturugo, Abii et Ekpe (*Dioscorea rotundata*); Um 680 (*Dioscorea alata*) et Oko (*Dioscorea cayenensis*). Aucune différence significative du nombre total, du rendement total ou du rendement en tubercules commercialisables (> 200 g) issus de fragments de tubercules n'a été relevée lors de ces deux expériences. Par contre, en 1983, des différences significatives de rendement entre les cultivars ont été observées. Aucune interaction significative n'a été relevée entre le cultivar et le fragment d'où provenait le tubercule. Les résultats obtenus démontrent que des mini-semenceaux issus de n'importe quelle partie du tubercule peuvent servir à créer une plantation d'ignames.

DOSE ET ÉPOQUE OPTIMALES DE FERTILISATION DE CULTURES INTERCALAIRES D'IGNAME–MAÏS–MANIOC

F.N. NNOKE, R.P.A. UNAMMA, L.S.O. ENE et S.O. ODURUKWE, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Des essais de fertilisation ont été effectués à Umudike au Nigéria pour déterminer la dose et l'époque optimales de fertilisation de cultures intercalaires d'igname–maïs–manioc. Cinq doses d'engrais composés (0, 200, 400, 600 et 800 kg/ha) (15:15:15, N-P-K) ont été appliquées aux cultures intercalées 3, 4 et 8 semaines après la plantation. Les résultats obtenus ont démontré que les rendements en grains de maïs et en tubercules d'igname et de manioc augmentaient de façon significative proportionnellement à l'accroissement des doses d'engrais, atteignant un maximum à 800 kg de N-P-K/ha. Dans tous les cas, l'engrais épandu trois semaines après la plantation a donné les rendements les plus élevés, mais les différences n'étaient pas significatives. Les monocultures de maïs, d'igname et de manioc ayant reçu des doses de 400 kg de N-P-K/ha présentaient des augmentations de plus de 15 % du rendement dans le cas du maïs et de plus de 45 % dans le cas de l'igname et du manioc. Cette dose équivaut à un coefficient de surface cultivée de 1,75, laissant supposer que 75 % de la terre pourrait être récupérable. Chez les petits exploitants du sud-est du Nigéria pratiquant la culture intercalaire de l'igname–maïs–manioc, nous recommandons une dose de 800 kg de N-P-K/ha, trois semaines après la plantation.

EFFETS DE DIFFÉRENTS LITS DE GERMINATION ET POIDS DES SEMENCEAUX SUR L'HÉRITABILITÉ DU RENDEMENT EN TUBERCULES PAR PLANT ET LES COMPOSANTES DU RENDEMENT EN IGNAME GUINÉE (*DIOSCOREA ROTUNDATA*)

U.U. EBONG, Faculté d'agriculture, Rivers State University of Science and Technology, Port Harcourt, Nigéria

Des expériences ont été effectuées en 1982, 1983 et 1984 à Port Harcourt au Nigéria avec l'igname guinée (*Dioscorea rotundata* Poir.) afin de déterminer les effets de différents lits de germination et poids de semenceaux sur l'héritabilité du rendement en tubercules par plant et des composantes du rendement. Il en ressort 5 observations principales. En premier lieu, le rendement en tubercules par plant était beaucoup plus élevé sur les buttes et les billons qu'à plat ou dans des potets ou des tranchées. En second lieu, les densités d'ensemencement étaient

relativement supérieures dans le cas des semenceaux de 100, 200 et 300 g que dans celui des semenceaux de 400, 500 et 600 g. Troisièmement, des corrélations positives significatives ont été relevées entre le rendement en tubercules frais par plant et le nombre de tubercules par plant, la longueur du tubercule, sa circonférence et son poids; les relations entre les autres composantes du rendement étaient toutefois négatives et non significatives. En quatrième lieu, l'héritabilité du rendement en tubercules par plant et de ses composantes était comparable dans les différents lits de germination mais diminuait légèrement proportionnellement à l'augmentation du poids du semenceau. Cinquièmement, une sélection axée sur des rendements plus élevés en tubercules par plant devrait faire progresser les choses plus rapidement pourvu qu'elle s'arrête sur des plants portant moins de tubercules et issus de semenceaux plus petits.

SÉLECTION ET CULTURE DE LA PATATE DOUCE ET DE LA POMME DE TERRE

LA PATATE DOUCE ET LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

M.N. Alvarez[1]

La patate douce est l'une des plantes-racines qui occupe une place importante dans l'alimentation des habitants de nombreuses parties d'Afrique tropicale. Elle est cultivée dans une vaste gamme d'environnements, généralement par de petits exploitants. Son importance ne cesse de grandir, en faisant concrètement une denrée cultivée dans les systèmes intensifs à des fins de consommation humaine ou animale. Le petit exploitant et les nombreux programmes nationaux axés sur l'autosuffisance alimentaire se sont tournés vers cette culture en raison de sa compatibilité avec divers types de systèmes culturaux de faible envergure et de sa fiabilité dans des conditions défavorables. Pour vraiment tirer avantage des recherches effectuées sur cette culture, les programmes nationaux sont encouragés à faire connaître aux exploitants leurs résultats de recherche en vue d'alléger la crise alimentaire en Afrique.

La nécessité de trouver des solutions à la crise alimentaire en Afrique a été soulignée cette année par des initiatives qui ont sensibilisé le citoyen ordinaire aux dures réalités de la famine généralisée qui sévit en Afrique, comme «Band Aid», «Live Aid», «Sports Aid», etc. En effet, de nombreuses personnes ont été sensibilisées à ce problème, ce qui les a poussées à offrir une aide directe ou indirecte. La Société internationale pour les plantes-racines tropicales doit s'attaquer au déclin de la production alimentaire, à la famine généralisée et à ses victimes.

De nos jours, les gouvernements sont conscients de la crise et reconnaissent la nécessité d'intensifier la culture. De nombreuses régions du continent ont donné priorité à des programmes d'autosuffisance alimentaire, comme le prouve la mise en application de politiques et de stratégies agricoles révisées. La poussée démographique et l'intensification de l'agriculture font converger l'attention vers les régions périphériques sèches, les fonds de vallée acides et l'amélioration de la productivité avec un minimum d'investissements. La patate douce est l'une des cultures qui se prêtent à ces conditions.

SÉLECTION ET POTENTIEL DE PRODUCTION

Les potentialités de la patate douce comme source d'énergie alimentaire concrète et économique sont énormes. On en consomme les racines et les feuilles qui sont riches en provitamine A, en vitamines B et C, en calcium, en fer, en potassium et en sodium (Tableau 1). Outre ces excellentes qualités nutritives, la patate douce recèle un potentiel de rendement élevé en une saison de croissance relativement courte et fait preuve d'une adaptabilité exceptionnelle à une vaste gamme de conditions écologiques : elle peut être cultivée de 0 à 2 300 m au-dessus du niveau de la mer et de 30° N à 30° S (Hahn 1984).

Dans les régions très peuplées et sujettes à la sécheresse, la patate douce joue également un rôle vital, sa résistance à la sécheresse en faisant une culture sûre. Malgré ces avantages, elle n'a d'importance que dans quelques pays d'Afrique : le Rwanda, le Burundi et certaines régions de l'Ouganda, qui sont parmi les régions les plus peuplées du continent. On peut donc en déduire

1. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

qu'on n'a pas encore su vraiment tirer profit de la patate douce pour alléger la crise alimentaire en Afrique.

Ces 15 dernières années, les sélectionneurs de l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) ont obtenu des variétés améliorées de patate douce qui peuvent donner des rendements atteignant 40 t/ha en 4 mois, sans engrais, dans des sols convenablement aménagés. Les variétés résistantes aux principales maladies et ravageurs ont également été identifiées (Hahn et al. 1983; Hahn 1984).

Grâce aux techniques de culture des tissus végétaux, les programmes nationaux disposent maintenant de lignées améliorées présentant un minimum de risques de propagation des maladies. Les intéressés évaluent et sélectionnent des lignées améliorées qui seront distribuées ou croisées avec des lignées locales. L'arrivée de nouvelles variétés sur le marché a été rendue possible grâce aux évaluations du matériel d'origine de l'IITA effectuées par les programmes nationaux dans des conditions écologiques variées (Tableau 2).

Tableau 1. Teneur en éléments nutritifs de la patate douce

Élément nutritif	Quantité
Glucides (% de matière sèche)	91,0
Protéines (% de matière sèche)	4,3
Énergie (J/100g	477,3
Calcium (mg)	32
Phosphore (mg)	47
Fer (mg)	0,7
Sodium (mg)	10
Potassium (mg)	243
Magnésium (mg)	31
Vitamine A (SI)	8 900
Thiamine (mg)	0,10
Riboflavine (mg)	0,08
Niacine (mg)	0,06
Vitamine C (mg)	21

Source : Salunkhe (1970).
SI, système international.

Tableau 2. Rendements moyens (t/ha) des variétés améliorées et locales de patate douce de quatre programmes nationaux

Pays	Variété améliorée	Variété locale
Rwanda	23 (10-39)[a]	10 (7-13)
Malawi	23 (5-42)	7 (0,4-19)
Mozambique	21 (11-33)	9 (0,5-17)
Tanzanie	22 (18-26)	15 (9-22)

[a] Les écarts sont donnés entre parenthèses.

VERS L'AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE AVEC LA PATATE DOUCE

La production alimentaire locale a gravement décliné en Afrique sub-saharienne de 1960 à 1980. La production par habitant a baissé de 7 % pendant les années 60 et de 25 % pendant les années 70, atteignant son niveau le plus bas pendant les campagnes agricoles désastreuses de 1983 et de 1984 (UNICEF 1985). Bien que cette tendance ait été en quelque sorte généralisée, les pays où la culture des plantes-racines était fermement implantée en ont toutefois moins souffert. De 1970 à 1983, la production de patate douce au Rwanda et en Ouganda a augmenté respectivement de 11 et 31 %, atteignant des rendements respectifs de 0,73 et de 1,84 million de tonnes.

Pendant la dernière décennie, l'obtention de variétés de patate douce améliorées, à tubérisation précoce et à rendement élevé ainsi que la mise au point de meilleures techniques de distribution ont fait des pas de géant. Malgré tout, il reste encore beaucoup à faire pour établir le rôle que devrait jouer la patate douce dans la sécurité alimentaire des ménages et dans un réseau d'approvisionnement en nourriture.

Les problèmes causés par la sécheresse, les migrations et la croissance démographique rapide ont aggravé les pénuries alimentaires, la malnutrition et les maladies, provoquant un nombre alarmant de pertes de vies humaines. Il est urgent d'insister davantage sur l'efficacité et la fiabilité de l'énergie alimentaire fournie par la patate douce, puisque les glucides sont la source la plus importante d'énergie alimentaire, constituant plus de 40 % de l'ensemble des besoins en calories.

MÉTHODES D'ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTIVITÉ

L'introduction de nouvelles variétés ne réussira pas à elle seule à accroître l'efficacité et la productivité nécessaires pour alléger l'actuelle crise alimentaire. Le potentiel d'expansion de la culture est limité. Les écosystèmes des régions à productivité marginale sont déjà éprouvés et fragiles et peuvent difficilement être cultivés plus intensivement. Les solutions sont en fait peu nombreuses; toutefois, le système de production intensive de certains des pays d'Afrique les plus peuplés, comme le Burundi et le Rwanda, nous donnent des exemples utiles et encourageants. La contribution de ces pays a une importance unique. Les méthodes actuelles et bien connues de production nous offrent certaines des meilleures perspectives d'avenir.

Ce modèle a trois caractéristiques principales. En premier lieu, sa productivité augmente à mesure que les systèmes culturaux deviennent plus intensifs et donc moins extensifs quant aux facteurs de production et à l'utilisation et à la gestion des terres. Les Rwandais ont coutume de dire que seuls ceux qui n'ont rien à faire arrachent les mauvaises herbes dans les champs de patate douce. Ce type de gestion ne laisse rien au hasard, met à profit les potentialités génétiques et peut énormément réduire les coûts de la fertilisation, de la lutte contre les ravageurs, du désherbage et autres.

En deuxième lieu, le succès de la culture de la patate douce au Rwanda repose sur la souplesse de cette culture qui est capable de synchroniser son cycle de végétation et de s'adapter aux changements climatiques locaux et aux facteurs édaphiques. Ainsi, il peut y avoir jusqu'à 3 récoltes par année (une dans la vallée et deux sur les versants). Le manque de synchronisme entre la période de croissance d'une culture et la succession des conditions climatiques saisonnières est la cause la plus courante d'une mauvaise récolte dans des environnements nouveaux. L'autre facteur contribuant au succès de la patate douce au Rwanda est sa grande compatibilité avec le système de culture intensive exigeant peu d'intrants, directement pratiqué par les petits exploitants de subsistance. Ainsi, ceux qui sont incapables d'engager de la main-d'oeuvre pendant la période de pointe de la saison savent que la patate douce peut attendre. À ce titre, elle n'entre pas en concurrence au moment de la plantation et de la récolte. Les agriculteurs peuvent eux-mêmes obtenir leur propre matériel de plantation et la patate douce peut toujours être une source de revenus annuels. La superficie moyenne d'une exploitation cultivant la patate douce au Rwanda est d'environ 0,05 ha.

En troisième lieu, l'utilisation intensive de la patate douce, tant dans le potager familial que comme culture de grande production, a beaucoup contribué à répondre aux besoins annuels du Rwanda en matière de nutrition et de sécurité alimentaire. Le gouvernement de ce pays reconnaît le rôle essentiel de la patate douce à ce titre; il encourage les agriculteurs à toujours intercaler des plantes-racines (patate douce et manioc) dans une parcelle de leur champ ou de leur potager. L'utilisation de ce système de culture intensive de la patate douce devrait être examinée plus en profondeur et adaptée et améliorée, dans la mesure du possible.

DÉFIS À RELEVER

La crise alimentaire actuelle exige que des mesures immédiates soient prises. Par malheur, il existe très peu, sinon aucune méthode rapide pour accroître la productivité des cultures et la patate douce ne fait pas exception. Il faudrait se pencher en priorité sur certaines des contraintes suivantes : le stress biologique, le stress environnemental, la qualité post-récolte et le nombre limité de produits alimentaires consommés.

STRESS BIOLOGIQUE

MALADIES

La maladie à virus de la patate douce est causée par un complexe viral à deux éléments (particules filamenteuses et flexueuses en forme de petits bâtonnets). Chacun des éléments est

transmis par un vecteur différent, l'un par un aleurode (*Bemisia tabaci*) et l'autre par des pucerons (*Aphis gossypii*, *Aphis citricola*). Les symptômes caractéristiques sont une chlorose des tiges, un plissement, une crispation des feuilles, un enroulement des feuilles et une réduction de taille. Cette maladie est très répandue en Afrique et a des effets variés sur le rendement qui peut diminuer de jusqu'à 80 % (Hahn et al. 1983; Théberge 1985).

L'alténariose est causée par l'agent pathogène *Altenaria* sp. Les premiers symptômes se manifestent par l'apparition de petites taches de brunes à noires sur le feuillage, le pétiole et la tige. Le champignon se développera dans des conditions favorables et fera tomber les feuilles du plant, provoquant un effondrement total des tiges.

RAVAGEURS

Le charançon de la patate douce (*Cylas puncticollis* et *Cylas formicarius*) est le ravageur le plus répandu et le plus dévastateur de la patate douce, provoquant des pertes de l'ordre de 12 à 90 %. Les adultes s'attaquent aux feuilles et aux tiges; ce sont toutefois les tunnels que creusent les adultes et les larves dans les tubercules qui causent les dommages les plus graves, car la présence de bactéries et de champignons finit par provoquer leur pourrissement.

Le papillon de la patate douce (*Acraea acerata*) est un ravageur occasionnel qui ne se manifeste qu'en saison sèche et a des effets dévastateurs. Les chenilles dévorent les feuilles, ne laissant derrière elles que les nervures médianes primaires. Une attaque massive entraîne souvent une défoliation complète.

Les nématodes à galles (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, et *M. hapla*) sont des ravageurs qui détruisent les radicelles et les racines tubéreuses. Ils peuvent entraîner des déformations et de la pourriture et réduire les rendements de 20 à 30 %.

STRESS ENVIRONNEMENTAL

Même si la patate douce se développe dans des sols acides, son rendement peut diminuer de près de 60 %. De façon similaire, dans les régions à plus forte altitude des tropiques où les températures sont plus fraîches, les cycles de croissance s'allongent et les rendements diminuent. Les rendements déclinent également lorsque la patate douce est cultivée dans des sols hydromorphes mal drainés.

QUALITÉ POST-RÉCOLTE

La patate douce ne se conserve pas très longtemps après la récolte dans des conditions ambiantes. La qualité décline très rapidement en présence de charançons.

NOMBRE LIMITÉ DE PRODUITS ALIMENTAIRES

La patate douce est habituellement bouillie ou cuite à des fins de consommation humaine. Les autres formes de préparation ne sont pas populaires, mais mériteraient d'être examinées.

ORDRE DE PRIORITÉ DES MESURES À PRENDRE

Il faudra avoir recours à des mesures à long terme pour surmonter les obstacles limitant la productivité de la patate douce. De plus, la crise alimentaire qui sévit actuellement en Afrique démontre sans l'ombre d'un doute qu'il faut mettre à exécution des politiques qui favorisent une meilleure autosuffisance nationale et une sécurité alimentaire.

Il faut tout d'abord favoriser la création de programmes nationaux sur les plantes-racines (PNPR) afin de donner aux plantes-racines un rôle plus important dans la sécurité alimentaire. Ces PNPR disposent généralement de données de première main et de l'expérience nécessaire et cherchent généralement des solutions pratiques aux problèmes.

Il y a déjà plus d'une décennie que l'IIAT a axé ses recherches sur la patate douce. Ces recherches auraient des incidences plus évidentes dans un plus grand nombre de pays africains si ces derniers diposaient de PNPR capables d'adapter les résultats disponibles aux conditions locales. Ces PNPR devraient également être partie intégrante du réseau global de recherche, canalisant les forces et les énergies vers l'amélioration de la patate douce. Malgré les progrès accomplis par la sélection de variétés résistantes à la maladie et aux ravageurs et donnant des rendements généralement plus élevés, il reste encore un énorme potentiel génétique à exploiter afin d'adapter les variétés aux stress environnementaux et biologiques qui limitent le rendement.

En règle générale, il n'est pas facile de conserver les plantes-racines tropicales à grande échelle après la récolte. Il y a encore beaucoup à gagner d'une durée de conservation accrue et de meilleure qualité et il faudrait diversifier la préparation de la patate douce afin d'en améliorer sa popularité. L'identification de types non sucrés pourrait bien faire disparaître les réticences des consommateurs et permettre de l'apprêter de façons plus variées.

La patate douce est un outil de formation important. Elle permet aux étudiants d'effectuer des projets à court terme. La fixation de l'azote grâce à l'association symbiotique des racines de patate douce et de microbes est un domaine qui mérite une attention soutenue au même titre que les sujets revêtant une importance particulière et un caractère prioritaire au sein de certains programmes nationaux. Les résultats de recherches et de développement sur la patate douce doivent servir de fondement à l'élaboration de politiques qui, autrement, ne pourront atteindre leur but.

Au fil de l'évolution de programmes nationaux, il faudra, enfin, renforcer les liens les unissant pour en faire des réseaux. De telles alliances permettront aux programmes régionaux de tirer profit des ressources humaines et physiques limitées dont ils disposent et nous encourageront à aborder l'avenir, forts d'une organisation solide, et à poursuivre notre démarche qui est si nécessaire pour régler le problème de la crise alimentaire en Afrique.

Les petits exploitants continueront de répondre aux besoins alimentaires sans cesse grandissants de l'Afrique. Leurs besoins doivent continuer d'être notre priorité. Ils peuvent être parmi les producteurs les plus efficaces de l'Afrique, mais il faudra que les résultats des recherches scientifiques et la technologie dont nous disposons actuellement soient mis en application pour qu'ils puissent devenir des producteurs efficaces et compétents, notamment de patate douce et d'autres plantes-racines.

CONCLUSIONS

Les graves pénuries de vivres sévissant en Afrique ont causé beaucoup de souffrances et sont très préoccupantes pour les années à venir. Les programmes nationaux, compte tenu des potentialités de la patate douce, ne peuvent se permettre de négliger son développement. Pour que l'Afrique puisse relever le défi d'obtenir une production soutenue, nous devons continuer d'échanger sur nos problèmes et les potentialités des plantes-racines et persuader les décideurs et les politiciens de donner un appui plus fort à l'expansion de la culture des plantes-racines.

BIBLIOGRAPHIE

Hahn, S.K. 1984. Tropical root crops; their improvement and utilization. Document fondé sur un exposé présenté lors d'une conférence organisée par le Commonwealth Agricultural Bureau on Advancing Agricultural Production in Africa, 13-17 février 1984, Arusha, Tanzanie. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Document de conférence n° 2, 28 p.

Hahn, S.K., Alvarez, M.N., Caveness, F.E., Ng., S.Y., 1983. Sweet potato improvement at the International Institute of Tropical Agriculture. *In* Root crops in the Caribbean: proceedings of the Caribbean regional workshop on tropical root crops, Kingston, Jamaïque, 10-16 April 1983. p. 93-97.

Salunkhe, D.K. 1976. Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, États-Unis. p. 8-11.

Théberge, L. 1985. Les principaux ravageurs et maladies du manioc, de l'igname, de la patate douce et des aracés en Afrique. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

UNICEF (Fonds des Nations Unies pour l'enfance) 1985. À portée de main : un avenir pour les enfants d'Afrique. UNICEF, New York, NY, États-Unis.

EFFETS DU PAILLAGE SUR LES RENDEMENTS EN SAISON SÈCHE DE 10 VARIÉTÉS DE POMMES DE TERRE CULTIVÉES SUR LE PLATEAU DE JOS, AU NIGÉRIA

O.P. Ifenkwe et D.D. Tong[1]

Deux essais ont été effectués pendant les saisons sèches de 1984 et 1985 pour étudier les effets du paillage sur le rendement de 10 variétés de pomme de terre. Le paillis était composé de graminées séchées (*Andropogon* spp.). À chaque période de végétation, les cultures ont été irriguées, recevant l'équivalent de 19,5 mm de pluie à tous les 2,5 h, deux fois par semaine en 1984 et trois fois par semaine en 1985. Toutes les variétés ont été récoltées lorsque la variété la plus tardive était arrivée à maturité. Des désherbants ont été appliqués. Pendant la campagne de 1985, l'herbicide n'a été toxique que pour la lignée RC767-2. Pendant cette saison, le flétrissement bactérien (*Pseudomonas solanacearum*) s'est attaqué au cultivar Arka, surtout dans les parcelles sous paillis. Les températures du sol étaient enregistrées quotidiennement à 5, 20 et 30 cm de profondeur dans les parcelles avec et sans paillis à 10 h et à 14 h. Le paillage a entraîné une augmentation des rendements pendant les deux saisons sèches. En 1984, le rendement global a augmenté de 41,7 %; en 1985, le rendement de 9 des 10 variétés s'est accrû de 11,7 %. Le paillage diminuait énormément la température du sol, notamment dans les 5 cm superficiels, après l'heure du midi. Les différences de température entre les traitements avec et sans paillage diminuaient proportionnellement à l'augmentation de la profondeur du sol. Les parcelles sous paillis ont subi des fluctuations de température moindres. Les rendements plus élevés des parcelles sous paillis étaient attribuables à un meilleur coefficient de rétention d'eau et à des températures du sol plus basses.

L'insuffisance de l'eau dans le sol pendant la période de croissance fait obstacle à l'augmentation de la production de pommes de terre au Nigéria en saison sèche. Lorsque les réserves en eau sont suffisantes, il faut les conserver jusqu'à ce que les récoltes atteignent la maturité. Les coûts d'irrigation des champs de pommes de terre sont exhorbitants; par conséquent, toute méthode axée sur une utilisation efficace de l'eau est la bienvenue.

Le paillage des champs de pommes de terre en saison sèche est avantageux (Midmore 1983) car il réduit les températures du sol (CIP 1983). Au Vietnam, l'insuffisance de l'humidité dans le sol a fait diminuer le rendement des récoltes de pommes de terre, mais l'utilisation de paillis a permis de conserver l'humidité dans le sol (CIP 1984). Au Bangladesh, l'utilisation d'un paillage permet de planter un mois avant la date optimale de plantation (CIP 1984). Dans le nord du Nigéria, le paillage et la germination précoce des tubercules de semence peuvent permettre d'avoir des dates de plantation plus flexibles et des périodes de récolte plus longues, aidant ainsi à maintenir le niveau des prix pour les agriculteurs (CIP 1984).

Au Nigéria, le paillage a énormément amélioré le rendement en tomates; il a également été démontré qu'il avait des effets plus marqués en saison sèche (Adelana 1979). Adelana (1979) a également souligné qu'il y avait moins de mauvaises herbes dans les parcelles sous paillis. Le paillage a éliminé les mauvaises herbes à larges feuilles dans toutes les parcelles et réduit les coûts de désherbage de plus de 50 %.

1. National Root Crops Research Institute, Vom, Nigéria.

Tableau 1. Effets du paillage sur le rendement total en tubercules (t/ha) de 10 variétés de pomme de terre.

Variété	Sous paillis[a]		Sans paillage[a]		% de changement		Moyenne[b]	
	1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985
RC767-2	27,8	20,4	14,2	17,1	95,8	19,2	21,0	18,8
B9462-1	17,7	32,9	12,4	31,7	42,7	3,6	15,1	32,3
Greta	17,3	26,9	13,3	21,3	30,1	26,5	15,3	24,1
Arka	17,4	31,5	11,9	36,8	31,6	–17,0	14,7	34,2
Nicola	17,2	22,3	12,3	19,6	39,8	14,0	14,8	21,0
Spunta	17,3	30,7	11,4	25,0	34,1	22,5	14,4	27,9
Mirka	23,7	35,8	17,4	30,6	36,2	17,3	20,5	33,2
Desiree	15,7	23,3	12,4	20,7	26,6	12,8	14,1	22,0
RC777-3	20,2	28,2	15,5	26,7	30,3	5,5	14,9	27,5
B9493-4	18,7	26,1	12,5	23,2	49,6	12,7	15,6	24,6
Moyenne	19,3	27,8	13,4	25,3	41,7	11,7	—	—

[a] ppds (P = 0,05) entre les traitements sous paillis et sans paillage : 1984, 1,23; 1985, 2,93.
[b] ppds (P = 0,05) entre les variétés (valeurs moyennes) : 1984, 2,81; 1985, 6,46.

La présente étude se penche sur les effets du paillage sur le rendement en pommes de terre, en saison sèche, en vue d'éviter le recours à l'irrigation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux essais ont été effectués pendant les saisons sèches de 1984 et 1985 pour étudier les effets du paillage sur le rendement et le taux de croissance de 10 variétés de pomme de terre. À partir d'un plan en blocs aléatoires à 4 répétitions, nous avons vérifié 20 combinaisons de facteurs dans des traitements avec et sans paillis où étaient cultivées 10 variétés de pomme de terre. Le paillis se composait de graminées séchées (*Andropogon* spp.). La superficie globale de la parcelle était de 24 m^2 et celle de la parcelle de semenceaux de 12 m^2.

La plantation a eu lieu le 10 octobre 1984 et le 15 novembre 1985 et la récolte le 8 janvier 1985 et le 4 mars 1986. L'alimentation en eau était assurée par des dispositifs d'irrigation par aspersion déversant l'équivalent de 19,5 mm de pluie pendant 2,5 h, deux fois par semaine en 1984 et trois fois par semaine pendant la campagne de 1985. Les mauvaises herbes ont été éliminées par l'application de Metribuzin (stade de pré-émergence) à des doses de 0,7 kg de matière active/ha, avant le paillage. Les températures du sol ont été enregistrées quotidiennement à 5, 20 et 30 cm de profondeur dans les parcelles avec et sans paillage, à 10 h et 14 h. Le rendement total en tubercules de toutes les parcelles a été enregistré lors de la récolte.

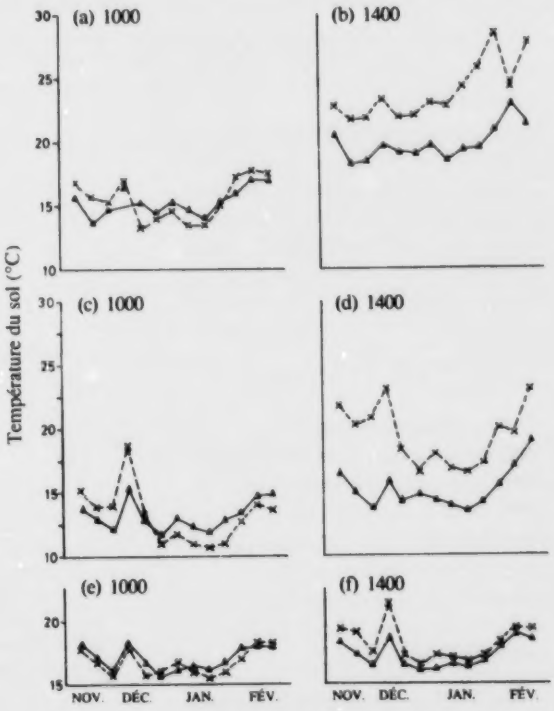


Fig. 1. Effets du paillage (△, paillage; x, sans paillage) sur les températures moyennes hebdomadaires du sol en 1985, à 10 h et 14 h à des profondeurs de (a,b) 5 cm, (c,d) 20 cm et (e,f) 30 cm.

RÉSULTATS

RENDEMENT TOTAL EN TUBERCULES

En 1985, les arrosages plus fréquents ont semblé avoir de tels effets bénéfiques sur les parcelles sans paillage que les rendements en tubercules étaient généralement beaucoup plus élevés en 1985 qu'en 1984 dans les parcelles avec ou sans paillage. Deux ombres au tableau : la lignée RC767-2 qui présentait des symptômes de toxicité au Metribuzin et les parcelles sans paillage du cv. Arka qui ont donné des rendements supérieurs à ceux des parcelles sous paillis où l'incidence du flétrissement bactérien (*Pseudomonas solanacearum*) était plus forte, réduisant le nombre de plants. Néanmoins, le paillage a fait augmenter le rendement total en tubercules de toutes les autres variétés, mais dans une moindre mesure qu'en 1984 (Tableau 1).

En 1984, le paillage en saison sèche a augmenté les rendements en tubercules de toutes les variétés : les augmentations allaient de 26,6 % chez Desiree à 95,8 % chez RC767-2 (Tableau 1). Le paillage a été plus profitable aux variétés tardives comme RC767-2 et B9462-1 et aux variétés demi-tardives comme Greta et B9493-4.

TEMPÉRATURE DU SOL

Le paillage a abaissé la température du sol en 1985, mais dans une moindre mesure qu'en 1984, et ce à chacune des profondeurs. Les arrosages plus fréquents de 1985 en sont apparemment la cause. Les températures du sol ont fluctué tout comme en 1984 (Fig. 1).

En 1984, le paillage a beaucoup fait diminuer les températures du sol, notamment dans les 5 cm supérieurs. Les différences relevées dans

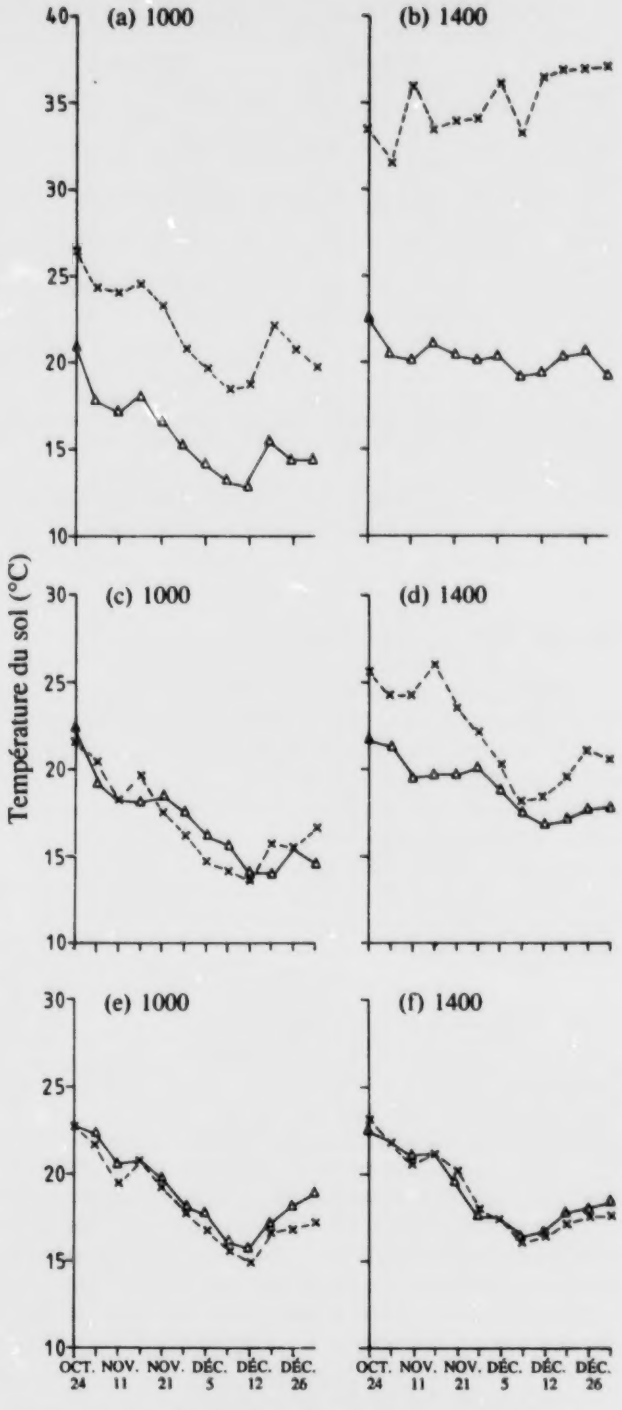


Fig. 2. Effets du paillage (△, paillage; x, sans paillage) sur les températures moyennes hebdomadaires du sol en 1984, à 10 h et 14 h à des profondeurs de (a,b) 5 cm, (c,d) 20 cm et (e,f) 30 cm.

les traitements sans paillage et sous paillis étaient plus marquées à 14 h qu'à 10 h (Fig. 2a et 2b). L'écart entre les traitements sous paillis et sans paillage diminuait proportionnellement à l'accroissement de la profondeur du sol (Fig. 2c, 2d, 2e et 2f).

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Midmore (1983) a démontré que, au Pérou, la température diurne maximale, à la profondeur de plantation des tubercules (5–7 cm), était de 5 à 7 °C plus basse dans le traitement sous paillis que sans paillage; toutefois, le soir, la température minimale était plus élevée de 2 °C dans le traitement sous paillis. Cette configuration concorde avec les constatations de notre étude, à savoir que les plants sous paillis sont moins touchés par les fluctuations de température. Il semble également que les avantages du paillage sont optimaux lorsqu'il y a peu d'eau. Dans de tels cas, le paillage diminue la fréquence d'irrigation, abaisse la température du sol et favorise la tubérisation. Le paillis forme une barrière physique entre le sol et l'air et diminue les pertes d'humidité des sols exposés. Ce phénomène est important lorsque l'évapotranspiration est élevée, comme pendant les mois où soufflent les vents secs du harmattan dans le nord du Nigéria. Le flétrissement bactérien dont ont été victimes les parcelles sous paillis en 1985 a probablement été causé par la plantation de tubercules de semence infectés, car cette maladie n'est généralement pas associée au paillage (Ifenkwe et al. 1985).

BIBLIOGRAPHIE

Adelana, B.O. 1979. Effect of mulching and staking on tomatoes yields in Western Nigeria. Nigerian Agricultural Journal, 14(4), 1-12.

CIP (Centre international de la pomme de terre). 1983. Warm climate potato production. *In* Rapport annuel. CIP, Lima, Pérou, p. 75-83.

____ 1984. Warm climate potato production. *In* Rapport annuel. CIP, Lima, Pérou p. 83-89.

Ifenkwe, O.P., Nwokocha, H.N., Okonkwo. J.C., Tong, D.D. 1985. Some effects of cultural practices on yield improvements in the potato crop in Jos Plateau. Document présenté à la réunion du National Agricultural and Rural Development Committee/National Accelerated Food Production Project, Owerri, Nigéria, 5-9 mars 1985.

Midmore, D.J. 1983. The use of mulch for potatoes in the hot tropics Centre international de la pomme de terre. Lima, Pérou. Circular 1, volume II.

EFFETS DE LA DENSITÉ DE PLANTATION SUR LES RENDEMENTS EN PATATES DOUCES AU CAMEROUN

J.T. Ambe et S.N. Lyonga[1]

Les activités d'amélioration génétique et de sélection de la patate douce (*Ipomea batatas*) effectuées par le Programme national d'amélioration des plantes-racines au Cameroun en vue de réduire les obstacles à la production de la patate douce ont mené à l'obtention de clones résistants aux ravageurs et aux maladies et à rendement plus élevé que les cultivars locaux. La patate douce est normalement plantée sur billon à une densité de 3 plants/m^2. Trois clones améliorés de patate douce (TIb 1, TIS 2498 et 1112) ont été mis à l'essai et plantés à trois densités différentes soit 10 000, 20 000 et 30 000 plants/ha. Leur vigueur était excellente à des densités de 20 000 et 30 000 plants/ha et le nombre de mauvaises herbes diminuait proportionnellement à l'augmentation de la densité de plantation. Le nombre de tubercules augmentait avec l'accroissement de la densité de plantation, tandis que leur taille diminuait. Les rendements et les pourcentages du rendement commercialisable les plus élevés de chaque clone ont été obtenus à 20 000 plants/ha. Cette densité semble plus indiquée que les 30 000 plants/ha habituels, lorsque le rendement en tubercules et la productivité du matériel planté sont pris en compte.

La patate douce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) appartient à la classe des dicotylédones et est originaire d'Amérique centrale. Son cycle de croissance varie de 3 à 7 mois, selon le cultivar et l'environnement. La patate douce est généralement cultivée pour ses tubercules comestibles, mais également pour ses feuilles qui sont une bonne source de minéraux et de vitamines (Kay 1983). Dans certaines régions du Cameroun, les feuilles sont consommées comme légume ou données au bétail. La patate douce s'adapte à une variété de conditions écologiques, de 40° N à 40° S et du niveau de la mer jusqu'à 2 300 m d'altitude (Hahn et Hozyo 1984). Malgré que la patate douce soit cultivée dans des régions à pluviosité relativement élevée, elle ne supporte pas les sols détrempés et est habituellement plantée sur billons ou buttes.

Le Cameroun comportant une diversité d'agrosystèmes, le Programme national d'amélioration des plantes-racines au Cameroun (CNRCIP) a divisé le pays en cinq zones en fonction du climat, de la phytogéographie et de l'altitude. La patate douce y est cultivée partout. Ce sont surtout des cultivars locaux qui y sont cultivés, mais la production est limitée par des techniques culturales inadéquates, les maladies et le manque de variétés améliorées. Les modes de récolte varient avec la culture.

La patate douce est quelquefois cultivée en association avec le maïs, le manioc, les haricots ou des légumes. Les lits de germination sont généralement des buttes ou des billons de 30 à 50 cm de hauteur. Dans les régions de culture pluviale du Cameroun, la patate douce est cultivée pendant deux saisons. La patate douce était autrefois considérée uniquement comme un aliment pour les enfants ou les animaux. Toutefois, une récente prise de conscience de sa valeur nutritive et la disponibilité de clones améliorés ont entraîné une augmentation de la demande et de la production (Ministère de la planification et du développement régional du Cameroun 1981).

Il faudra mettre au point des techniques culturales améliorées pour faire progresser la sélection de clones améliorés de patate douce adaptés aux diverses zones du Cameroun. Les agriculteurs plantent habituellement trois fragments de tige par mètre carré. Les résultats d'essais

1. Institut de la recherche agronomique, Buea, Cameroun.

sur la ferme effectués au Cameroun nous ont amenés à nous demander si cette densité de plantation était la meilleure (CNRCIP 1984). Les études à cet effet ont été effectuées à l'aide de clones d'élite de patate douce sélectionnés dans la zone agroécologique II au Cameroun en vue de déterminer la densité optimale de plantation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'expérience a été effectuée en 1984 et 1985 dans des sols moyennement jeunes d'origine volcanique du Cameroun. Pour nos essais, trois clones d'élite de patate douce (TIb 1, TIS 2498 et 1112) plantés à trois densités différentes, soit 10 000, 20 000 et 30 000 plants/ha ont été utilisés. Les lits avaient une longueur de 6 m et un espacement de 1 m. Un plan en blocs aléatoires à quatre répétitions a été utilisé. Des fragments de tiges (30 m de longueur) ont été plantés pendant la première (mars) et la deuxième (août) saison et la récolte a eu lieu 4 mois plus tard. Des observations ont été effectuées sur la vigueur des plantes, la fréquence et la densité des mauvaises herbes et une évaluation finale des rendements en tubercules lors de la récolte a été effectuée.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Une augmentation du nombre de plants par parcelle a été associée à un accroissement du nombre de tubercules. Le rendement moyen en tubercules était plus élevé à une densité de 20 000 plants/ha (Tableau 1).

La fréquence et la densité des mauvaises herbes étaient plus élevées à 10 000 plants/ha pour chaque clone (Tableau 2). Les mauvaises herbes étaient également beaucoup plus nombreuses pendant la première saison (Tableau 2). L'ordre croissant d'établissement des boutures était le

Tableau 1. Effets de la densité de plantation sur le rendement des clones de patate douce.

Clone	Nombre de plants/10 m²				Nombre de tubercules/10 m²				Rendement en tubercules/10 m²			
	10[a]	20	30	Moyenne	10	20	30	Moyenne	10	20	30	Moyenne
					Première saison							
TIb 1	8	14	19	14	47	73	103	74	20,4 (56)[b]	23,8 (53)	24,1 (55)	22,7 (56)
1112	10	19	26	18	76	118	134	109	32,1 (55)	37,4 (54)	33,7 (55)	34,4 (54)
TIS 2498	8	19	27	18	32	71	109	71	14,4 (51)	27,6 (52)	25,9 (54)	22,6 (52)
Moyenne	9	17	24		52	87	115		22,3 (54)	29,6 (53)	27,9 (55)	
					Deuxième saison							
TIb 1	10	13	18	14	57	100	123	93	11,3 (85)	19,7 (77)	15,0 (75)	15,3 (79)
1112	10	13	19	14	62	89	145	99	15,6 (86)	19,5 (78)	16,9 (60)	17,3 (75)
TIS 2498	10	13	19	14	58	80	98	79	13,1 (89)	16,9 (74)	18,5 (80)	16,1 (81)
Moyenne	10	13	19		59	90	112		13,3 (87)	18,7 (76)	16,8 (72)	

Note : Toutes les valeurs ont été mesurées lors de la récolte.
[a] Densité de plantation (milliers de plants/ha).
[b] Les valeurs entre parenthèses représentent le pourcentage commercialisable du rendement.

Tableau 2. Densité des mauvaises herbes observée à trois densités de plantation de patate douce.

Densité de plantation (milliers de plants/ha)	Abondance des mauvaises herbes[a] (par 10 m²)					
	Première saison			Deuxième saison		
	TIb 1	1112	TIS 2498	TIb 1	1112	TIS 2498
10	2,3	1,0	3,0	2,0	1,0	2,0
20	1,3	0.8	2,3	1.1	0,5	1.7
30	1,5	0,3	2,0	0.9	0,3	1,1
Moyenne	1,7	0,7	2,4	1,3	0,6	1,6

[a] 0 : absence de mauvaises herbes; 1 : peu de mauvaises herbes; 2 : nombre moyen de mauvaises herbes; 3 : nombre élevé de mauvaises herbes.

suivant : clone 1112, T1b 1 et T1S 2498 pendant les 2 saisons de culture. La vitesse d'établissement de chaque clone allait en augmentant, de 10 000 à 30 000 plants/ha.

Ndamage (1984) a signalé que les patates douces plantées sur billons à des intervalles de 50 cm donnaient des rendements plus élevés en tubercules qu'à 80 cm. Lyongea et Ayuk-Takem (1984) ont obtenu des rendements élevés en tubercules avec une densité de 20 000 plants/ha et signalent que deux sarclages avant les récoltes suffisaient. La parcelle de 10 000 plants/ha a été sarclée à trois reprises avant la récolte en raison de la lenteur de développement du couvert végétal causée par la présence de mauvaises herbes. Les parcelles de 20 000 et 30 000 plants/ha n'ont été sarclées qu'une seule fois et ont ensuite reçu un traitement localisé; elles ont donc été moins coûteuses à entretenir que celles de 10 000 plants/ha.

L'élimination graduelle des obstacles entravant la production de la patate douce par la sélection de clones d'élite qui soient tolérants aux maladies et aux ravageurs nous amène vers une augmentation de la production. Une densité de plantation de 20 000/ha semble permettre d'optimaliser le rendement en tubercules. Elle permettra de conserver davantage de matériel de plantation qu'une densité de 30 000/ha et sera moins coûteuse à entretenir que la densité de 10 000/ha. Une densité de 20 000 plants/ha s'intégrera également très bien au système cultural des petits exploitants (qui pratiquent une culture intercalaire mixte) et, à ce titre, sera recommandée pour les variétés rampantes de patate douce.

BIBLIOGRAPHIE

Cameroun, Ministère de la planification et du développement régional. 1981. Cameroun : cinquième plan quinquennal de développement, 1976-1981. Ministère de la planification et du développement régional, Yaoundé, Cameroun.

CNRCIP (Programme national d'amélioration des plantes-racines au Cameroun). 1984. Rapport annuel, 1984. Institut de la recherche agronomique, Ekona, Cameroun.

Hahn, S.K., Hozyo, Y. 1984. *In* Goldsworthy, P.R., Fisher, N.M., éd., The physiology of tropical field crops. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, Royaume-Uni.

Kay, D.E. 1983. Root crops. Tropical Products Institute, Londres, Royaume-Uni. Crops and Products Digest 2.

Lyonga, S.N., Ayuk-Takem, J.A. 1984. Études du comportement de la patate douce sur les hauts plateaux du Cameroun. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales - Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f. p. 197-200.

Ndamage, G. 1984. Potentialités de production de la patate douce au Rwanda. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B. Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales - Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f. p. 193-196.

SÉLECTION DE CLONES NON SUCRÉS DE PATATE DOUCE DANS LA COLLECTION DE PLASMAS GERMINATIFS DE L'IIAT

A.M. Almazan[1]

Un aliment de base d'un goût sucré n'est pas très apprécié. Pour que la patate douce en devienne un, il faut donc obtenir des lignées non sucrées. À cette fin, la collection de plasmas germinatifs de patate douce de l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT) a été passée au crible afin d'en sélectionner des clones non sucrés. Les teneurs en sucres totaux solubles et en sucres réducteurs de la farine faite à partir de tubercules crus et cuits ont été déterminées. L'activité relative de l'amylase a également été déterminée dans du gel de polyacrylamide, l'amidon soluble étant le substrat et l'iodine le colorant. Bien que la méthode basée sur l'activité relative de l'amylase soit simple et rapide, l'activité observée n'a pas été corrélée à des augmentations de la teneur en sucres ou des concentrations de sucres totaux après la cuisson. Par conséquent, il faudra apporter d'autres modifications à la méthode de sélection. La concentration de sucres réducteurs ne déterminant pas à elle seule le goût sucré, la teneur en sucres totaux a servi à sélectionner les clones non sucrés. La farine faite à partir de tubercules cuits dont la teneur en sucres totaux solubles était supérieure à 20 % en poids sec était considérée sucrée. Soixante des 380 clones sélectionnés ont été classés comme non sucrés.

La cuisson accentue le goût sucré des tubercules de patate douce en raison de la dégradation de l'amidon par les amylases en sucres et en dextrines au stade initial de la préparation (Palmer 1982). Les aliments de base d'un goût sucré n'étant pas appréciés, les probabilités que la patate douce devienne un aliment recherché dépendent donc de l'obtention de lignées non sucrées.

Martin et Ruberte (1983) ont été les premiers à signaler l'existence d'un cultivar de patate douce dont la cuisson ne transformait pas l'amidon en sucres. Depuis cette découverte, d'autres clones non sucrés et moins sucrés ont été identifiés; on les appelle maintenant patate douce de type aliment de base (Martin 1986). L'objectif de la présente étude était d'identifier la présence de telles patates douces dans la collection de plasmas germinatifs de 570 clones de l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

PRÉPARATION DE LA FARINE

Pour obtenir de la farine à partir de racines tubérisées crues de patate douce, les racines ont été pelées et coupées en petites cossettes et séchées au four à 55 °C et ensuite moulues. Pour la farine faite à partir de racines cuites, les racines crues ont été coupées en moitiés ou en quartiers, selon leur grosseur et enveloppées dans du papier d'aluminium, et cuites à 225 °C pendant 1 h, pour ensuite éplucher et mettre en purée les racines cuites et faire sécher le tout au four à 55 °C avant de les moudre.

1. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

ANALYSES DES SUCRES

La teneur en sucres totaux solubles a été déterminée à l'aide de la méthode phénol-acide sulfurique (Dubois et al. 1956). Les sucres de la farine ont été extraits avec de l'éthanol à 80 % et ensuite mis en présence de phénol et d'acide sulfurique qui ont produit un chromophore orangé. L'extrait à l'éthanol a également été analysé pour en connaître la teneur en sucres réducteurs à l'aide de la microméthode de Folin et Wu (Horwitz 1970). On a fait réagir les sucres réducteurs avec du $CuSO_4$ et de l'acide phosphomolybdique, ce qui a donné une solution bleue.

ESSAI DE L'AMYLASE

La méthode de Martin (1986) a été modifiée pour mesurer l'activité relative de l'amylase dans la racine tubérisée crue. Des cubes de tubercules crus (0,5 cm^3) ont été macérés dans 0,8 % de NaCl – tampon acétate (0,2 *M*, pH 5,5; 1 g/mL). Des bandes de papier filtre saturées de l'extrait ont été insérées dans des fentes, dans du gel de polyacrylamide à 5 %, dans de petites boîtes de Pétri, pendant 30 min. Le gel a été recouvert d'amidon soluble à 0,5 % dans un tampon acétate 0,2 *M* pendant 1 h puis rincé à l'eau distillée. La boîte de Pétri a été recouverte, passée au bain-marie pendant 15 min et laissée à refroidir à la température de la pièce. Le gel a été recouvert de 0,1 % de I_2 dans 1 % de KI et un tampon acétate 0,2 *M* pendant 30 min. L'activité relative de l'amylase a été notée sur une échelle de 1 à 3 d'après la grosseur de la tache bleue pâle ou incolore : 1 : aucune activité décelable; 2 : activité de faible à moyenne; 3 : forte activité.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Nous avons analysé 380 des 570 clones constituant la collection de plasmas germinatifs de patate douce de l'IITA. Une teneur accrue en sucres a été observée après la cuisson (Fig. 1) en raison de la transformation de l'amidon en sucres et en dextrines par α-amylase et β-amylase présentes dans la patate douce (Palmer 1982).

L'augmentation des sucres totaux solubles et des sucres réducteurs après la cuisson variait selon les clones. La quantité de sucres réducteurs produite n'était pas égale aux sucres totaux solubles additionnels mesurés chez les clones (Tableau 1). Les teneurs en sucres de T1S 8027 et de T1S 8267 étaient les mêmes après la cuisson, révélant l'inactivité de l'amylase dans ces clones. Les augmentations de sucres totaux solubles chez T1S 8504, T1S 84/0007 et T1S 84/0026 n'étaient pas associées à des changements des teneurs en sucres réducteurs, permettant de supposer que l'activité de l'amylase varie d'un clone à l'autre. Les variations peuvent être causées par de nombreux facteurs comme des différences de concentration d'enzymes, la présence (ou l'absence) d'inhibiteur, les divers degrés de ramification de l'amidon, etc. (Martin et Deshpande 1985; Walter et al. 1975).

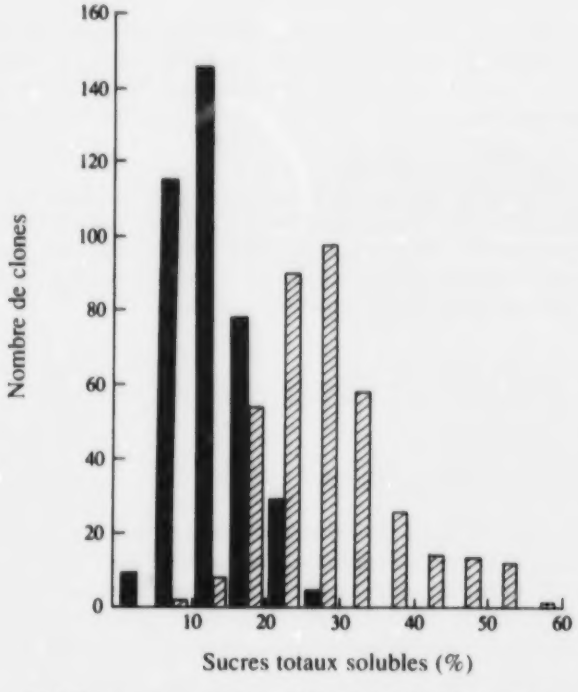


Fig. 1. Teneurs en sucres totaux solubles de la farine faite à partir de tubercules crus (■) et cuits (□) (en poids sec).

Tableau 1. Modifications de teneurs en sucres de la farine séchée de certains clones non sucrés de patate douce.

Clone	Activité relative de l'amylase[a]	Sucres totaux solubles (tubercules cuits) (%)	Augmentation de la teneur en sucres totaux solubles[b]	Augmentation de la teneur en sucres réducteurs[c]
TIS 8027	2	9,68	-0,73	-0,09
TIS 8267	2	8,41	0,04	-0,45
TIS 9191	3	19,55	-0,32	2,43
TIS 8504	3	18,57	4,00	-0,46
TIS 84/0007	3	20,20	2,56	0,60
TIS 84/0026	3	19,81	2,14	-1,13
TIS 2154	3	14,57	8,22	12,08
TIS 2347	2	12,71	5,97	4,30
TIS 3059	3	15,84	10,34	1,36
TIS 2153	3	19,99	13,40	0,20
TIS 3161	3	17,77	11,74	3,43
TIS 3180	2	17,49	14,39	3,24

[a] 1 : aucune activité décelable; 2 : activité de faible à moyenne; 3 : forte activité.

[b] Augmentation de la teneur en sucres totaux solubles = la teneur en sucres totaux solubles des tubercules cuits — la teneur en sucres totaux solubles des tubercules crus.

[c] Augmentation de la teneur en sucres réducteurs = teneur en sucres réducteurs du tubercule cuit — teneur en sucres réducteurs du tubercule cru.

Les dégustations préliminaires (n = 15) de patates douces cuites et bouillies ont été effectuées avec les clones T1S 8504, T1b 4, TIS 2498 et TIS 8250, dont les tubercules avaient des concentrations respectives de sucres totaux solubles de 18,6, 48,8, 26,8 et 24,8 %. On avait demandé aux dégustateurs de déterminer si chaque clone était sucré, modérément sucré ou non sucré. Le TIS 8504 n'a jamais été classé comme sucré (IIAT 1986). Le goût sucré de la patate douce cuite dépend de la teneur en sucres totaux solubles plutôt qu'en sucres réducteurs uniquement. D'après les notes attribuées au goût sucré et la concentration de sucres totaux solubles de TIS 8504, nous avons établi que la farine faite à partir de tubercules cuits et à teneur en sucres totaux solubles inférieure à 20 % n'était pas sucrée. Soixante des 380 clones sélectionnés ont été classés comme non sucrés.

Une forte activité de l'amylase est associée à un taux de conversion supérieur de l'amidon en sucres pendant la cuisson de la patate douce. Des analyses de variance effectuées à l'aide de données portant sur 380 clones ont montré que l'activité relative de l'amylase affectait la teneur en sucres totaux solubles des tubercules cuits (P = 0,001) et l'augmentation de la concentration de sucres totaux solubles (P = 0,01).

Il était plus simple et plus rapide d'utiliser la méthode de détermination de l'activité relative de l'amylase que d'analyser les sucres totaux solubles de la farine faite à partir de tubercules cuits. L'activité relative de l'amylase est toutefois un indicateur imprécis de la concentration de sucres totaux solubles (Tableau 1) et il faudra modifier cette méthode pour la rendre plus efficace pour la sélection des lignées non sucrées de patate douce.

BIBLIOGRAPHIE

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1970. Official methods of analysis (11th ed.). AOAC, Washington, DC, États-Unis.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 28, 350.

IIAT (Institut international d'agriculture tropicale). 1986. Evaluating sweet potato lines in IITA's germ plasm collection for less sweetness. *In* Annual report and research highlights for 1985. IIAT, Ibadan, Nigéria. p. 121.

Martin, F.W. 1986. Starch-sugar transformation in sweet and staple type sweet potatoes. *In* Proceedings of the 7th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Basse-Terre, Guadeloupe, France, 2-6 juin 1985.

Martin, F.W., Deshpande, S.N. 1985. Sugars and starches in a non-sweet potato compared to those of conventional cultivars. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 49(3), 401.

Martin, F.W., Ruberte, R.M. 1983. Sugars in staple type sweet potatoes as influenced by cooking technique. *In* Martin, F.W., éd., Breeding new sweet potatoes for the tropics: proceedings of a workshop of the American Society for Horticultural Science, Tropical Region, Mayaguez, PR, 17-20 August 1983. American Society for Horticultural Science, St Joseph, MI, États-Unis. p. 136-138.

Palmer, J.K. 1982. Carbohydrates in sweet potato. *In* Villareal, R.L., Griggs, T.O., éd., Sweet potatoes: proceedings of the 1st international symposium at the Asian Vegetable Research and Development Centre. Tainan. Taiwan, 23-27 March 1981. p. 135-140.

Walter, W.J., Jr., Purcell, A.E., Nelson, A.M. 1975. Effects of amylolytic enzymes on "moistness" and carbohydrate changes of baked sweet potato cultivars. Journal of Food Science, 40, 793.

RÉSUMÉS

EFFETS DE LA DURÉE D'ENTREPOSAGE DES POMMES DE TERRE DE SEMENCE SUR LA PERFORMANCE ULTÉRIEURE AU CHAMP DE CULTIVARS DE *SOLANUM TUBEROSUM* SUR LE PLATEAU DE JOS, AU NIGÉRIA

J.C. OKONKWO, H.N. NWOKOCHA et D.D. TONG, National Root Crops Research Institute, Vom, Nigéria

Les pommes de terre de semence entreposées à long terme sont généralement conservées dans des entrepôts frigorifiques. L'installation et l'entretien de ces entrepôts étant coûteux, la plupart des producteurs de pommes de terre du plateau de Jos au Nigéria entreposent les pommes de terre de semence à la température ambiante. La présente étude compare la performance au champ de trois cultivars (Nicola, Greta et B6934-11) de pomme de terre de semence (*Solanum tuberosum* L.) entreposés pendant 3 mois à la température ambiante (24 °C) avec celui de pommes de terre de semence entreposées pendant 7 mois à 4 °C. Le poids des tubercules et la longueur et le nombre de germes ont été déterminés après l'entreposage. Les résultats montrent que les pommes de terre de semence entreposées pendant 7 mois à 4 °C perdaient davantage de poids et portaient un plus grand nombre de germes que celles entreposées pendant 3 mois à 24 °C. La longueur des germes ne présentait aucune différence significative. Les pommes de terre de semence entreposées pendant 3 mois à 24 °C produisaient des tubercules plus nombreux et plus gros, mais moins de tubercules plus petits que les pommes de terre de semence entreposées pendant 7 mois à 4 °C. Le nombre total de tubercules n'était pas affecté de façon significative par la durée de l'entreposage.

EFFETS DE LA VITESSE DE MATURATION DE CULTIVARS DE POMME DE TERRE ET DES DENSITÉS DE PLANTATION SUR LES RENDEMENTS EN GRAIN ET EN TUBERCULES DE CULTURES INTERCALÉES DE MAÏS–POMME DE TERRE SUR LE PLATEAU DE JOS, AU NIGÉRIA

J.C. OKONKWO et O.P. IFENKWE, National Root Crops Research Institute, Vom, Nigéria, et S.O. ODURUKWE, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Des essais ont été menés en 1985 à Kuru, près de Jos au Nigéria pour déterminer les effets des vitesses de maturation de cultivars de pomme de terre et des densités de plantation sur les rendements en grain et en tubercules de cultures intercalées de maïs–pomme de terre. Deux cultivars de pomme de terre, soit B9462-1 (variété précoce) et RC777-3 (variété tardive) plantés chacun à trois densités différentes (16 667, 25 000 et 33 333 plants/ha) ont été cultivés en association avec du maïs (cv. Farz-7) planté à ces mêmes densités. Le cultivar tardif (RC777-3) a diminué le rendement en grain de 21 % mais augmenté son rendement en tubercules de 11 % par rapport au cv. B9462-1. L'augmentation de la densité de plantation du maïs de 16 667 à 33 333 plants/ha a abaissé le rendement en pommes de terre de 29 %; par ailleurs, une augmentation semblable de la densité de plantation de la pomme de terre n'a pas fait diminuer de façon

significative le rendement en grain. Les rendements en pommes de terre et en maïs ont augmenté de façon significative, proportionnellement à l'accroissement de leur densité de plantation respective.

VARIABILITÉ DES TENEURS EN CERTAINS ÉLÉMENTS NUTRITIFS DE CULTIVARS DE PATATE DOUCE

U.J. UKPABI, B.C. IJIOMA, C.R.A. OGBUEHI et B.C. ODIE, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Les tubercules frais des divers cultivars de patate douce récoltés 18 semaines après leur plantation avaient des teneurs en amidon et en sucres réducteurs respectives de 17,2–22,5 % et de 0,6–1,8 %. L'application d'engrais à divers cultivars de patate douce a affecté la teneur en matières sèches, en fibres brutes, en protéines brutes et en cendres des feuilles. Chez le cv. Dokobo, seule la teneur en protéines brutes a augmenté de 6 % à la suite de l'application d'engrais. La teneur en certains éléments nutritifs des feuilles de quelques cultivars variait également. La variabilité des teneurs en éléments nutritifs des tubercules et des feuilles de patate douce est vraisemblablement causée par des variations de la fertilité du sol.

EFFETS DE L'APPLICATION DE CHAUX ET D'ENGRAIS COMPOSÉS (N-P-K) SUR LA PATATE DOUCE CULTIVÉE EN DÉBUT ET EN FIN DE SAISON À PORT HARCOURT, NIGÉRIA

T.A.T. WAHUA et G.C. ORDU, Rivers State University of Science and Technology, Port Harcourt, Nigéria

Une expérience a été menée à Port Harcourt, une zone humide et à forte pluviosité du Nigéria, pour déterminer les effets de l'application de chaux (0,2 et 4 t/ha) et d'engrais composés (N-P-K) (15:15:15 à 0, 200, 400 et 600 kg/ha) sur la patate douce (T1b 11) cultivée en début (mars–août) et en fin (septembre–décembre) de saison dans un sol paleudult type dont le pH était de 5,1 et contenait 0,012 % de N, 31 ppm de P assimilable (extractible Bray-1) et 0,12, 1,79 et 0,31 méq/100 g de sol respectivement de K, Ca et Ng. La fertilisation favorise la croissance végétative, faisant augmenter la ramification, le poids sec des feuilles et des tiges et la surface foliaire. Le chaulage a eu tendance à diminuer le poids sec de la tige sans affecter de façon significative le poids des feuilles ou la ramification. L'épandage de 200 kg de N-P-K/ha a accru le rendement en racines tubérisées (7,3–11,0 t/ha). Une dose supérieure d'engrais faisait diminuer le rendement en réduisant le nombre de racines tubérisées par plant et en augmentant le pourcentage de racines tubérisées de plus de 150 g. Le chaulage, qui a fait passer le pH à 5,7, a diminué les rendements en faisant décroître le nombre de racines tubérisées par plant sans entraîner une augmentation de la taille des tubercules pour compenser. En fin de saison, les racines tubérisées arrivaient à maturité en moins de 3 mois, 62 % d'entre elles se trouvant à la base de la tige et le reste aux noeuds des tiges rampantes. En début de saison, les racines arrivaient à maturité après 4 mois, seulement 8,6 % d'entre elles se trouvant à la base de la tige.

NOMBRES LES PLUS PROBABLES DE BACTÉRIES FIXATRICES D'AZOTE ASSOCIÉES AUX RACINES DE PATATE DOUCE

W.A. HILL, S.K. HAHN et K. MULONGOY, Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria

Les populations d'*Azospirillum* présentes dans la rhizosphère des racines fibreuses et tubéreuses de quatre variétés de patate douce ont été évaluées. Les nombres les plus probables d'*Azospirillum* variaient de $0{,}02 \times 10^6$ à $5{,}4 \times 10^6$ cellules/g de racine séchée, selon la variété et le

champ échantillonné. Le nombre le plus probable d'*Azospirillum* associé à TIS 9265 était beaucoup plus élevé que chez les autres plantes évaluées.

INFLUENCE DU PHOSPHORE ET DE LA MYCORHIZATION SUR LE TAUX DE CROISSANCE DE LA PATATE DOUCE

K. MULONGOY, A. CALLENS et J.A. OKOGUN, Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria

La mycorhization de 10 cultivars de patate douce rempotés dans de la terre provenant de Fashola, Ibadan et Onne au Nigéria a été évaluée. Les pots ont été disposés selon un plan en blocs aléatoires assorti de quatre répétitions. Tous les cultivars étaient envahis par un champignon indigène mycorhizateur 7 semaines après leur plantation : terre de Fashola, 24 %; terre d'Ibadan, 17 %; terre d'Onne, 7,4 %. La teneur en phosphore (P) des plants cultivés dans la terre de Fashola était similaire à celle des plants dans la terre d'Onne; c'est la terre d'Ibadan qui avait la plus faible teneur en P. Les poids secs des pousses étaient toutefois 50 % plus élevés dans la terre d'Ibadan que dans celle d'Onne et de Fashola. La mycorhization de la patate douce variait selon les variétés et l'origine de la terre. La patate douce inoculée avec des racines mycorhizées de *Leucaena leucocephala* dans la terre d'Ibadan partiellement stérilisée présentait un taux d'invasion moyen de 23,1 %, lequel taux était de 4,1 % chez les plants non inoculés. Toutefois, la production de matières sèches, neuf semaines après la plantation, était similaire dans les deux traitements. Le T1b 4 (cultivar local) a produit 37 % de plus de matières sèches que le TIS 9265 (variété améliorée) 9 semaines après la plantation et après application de 50 à 100 ppm de P provenant de superphosphate; l'application de 100 ppm de P a toutefois réduit son taux d'invasion par les mycorhizes. Le taux de croissance de TIS 9265 n'a pas été affecté par l'application de P. Les cultivars comme le T1B 4 qui réagissent positivement aux engrais phosphatés devraient tirer profit de l'invasion par des mycorhizes dans des sols à carence en P.

EFFETS DES SOURCES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS ORGANIQUES ET INORGANIQUES SUR LES RENDEMENTS GLOBAUX ET INDIVIDUELS EN POMMES DE TERRE SUR LE PLATEAU DE JOS, AU NIGÉRIA

O.P. IFENKWE, J.C. OKONKWO, H.N. NWOKOCHA et J.C. NJOKU, National Root Crops Research Institute, Vom, Nigéria

De 1983 à 1985, trois essais ont été menés au champ pour comparer la performance de deux cultivars de pomme de terre (Nicola et Cardinal) recevant des applications uniques ou combinés d'engrais inorganiques, de fumier de poule et de fumier de vache. Chaque dose appliquée contenait des quantités équivalentes de N et de P_2O_5, soit environ 100 kg/ha de chacun (taux recommandé dans la région). Pendant ces 3 années, le fumier de poule a donné des rendements très supérieurs à celui du fumier de vache chez les deux cultivars. L'addition au fumier de poule ou de vache d'engrais organiques contenant la moitié (50 %) des éléments nutritifs déjà présents a amélioré de façon significative leur efficacité, sauf en 1984, où le rendement total en tubercules a décliné de 18,5 %. L'application d'engrais inorganiques conjuguée au fumier de poule a entraîné des augmentations de 21,4 et de 30,1 % du rendement total en tubercules des deux variétés en 1983 et 1985. Le complément d'engrais inorganique ajouté au fumier de vache a entraîné des augmentations respectives de 31,7, 48,3 et 105 % en 1983, 1984 et 1985. L'épandage de fumier de vache, outre la réduction du rendement en tubercules, a fait augmenter le nombre de mauvaises herbes. Les doses d'engrais inorganiques équivalant à celles du fumier de poule et de vache ont donné des rendements similaires à ceux obtenus avec les fumiers organiques en 1983 et 1984 et plus élevés en 1985. Cette étude permet de supposer que l'application de fumier de poule seule ou combinée à un engrais inorganique peut accroître de façon significative les rendements en pomme de terre sur le plateau de Jos au Nigéria.

MÉTHODES D'ÉPANDAGE D'ENGRAIS DANS LES CHAMPS DE PATATE DOUCE (*IPOMOEA BATATAS*)

S.C.O. NWINYI, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Deux engrais N-P-K (un mélange de 45 kg de N/ha, 15 kg de P/ha et 70 kg de K/ha et à un engrais composé de 10:10:20 appliqué à une dose de 700 kg/ha) ont été utilisés pour comparer quatre méthodes d'épandage (en ronds, en bandes latérales, à la volée et en sillons). En 1984 et 1985, les engrais ont été épandus 6 semaines après la plantation des patates douces (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). Des différences de rendement significatives ont été relevées dues au type d'engrais et à la méthode d'épandage. Des augmentations du rendement en tubercules frais de 82,5, 74,5, 69,6 et 46,7 % ont été observées pour l'épandage à la volée, en ronds, en bandes latérales et en sillons respectivement. L'article examine la supériorité et les avantages de l'épandage à la volée.

RELATIONS SOURCE-PUITS CHEZ LA PATATE DOUCE (*IPOMOEA BATATAS*)

J.C. BOUWKAMP, Département d'horticulture, Université du Maryland, College Park, Maryland, É.-U. 20742, et M.N.M. HASSAM, Département d'horticulture, Université El-Minia, El-Minia, Égypte

Les relations existant entre le poids sec des racines tubéreuses et de la tige, le nombre de racines tubéreuses et l'indice de récolte ont été déterminés à partir du rendement, de la date de récolte et d'essais d'espacement. La source, le puits et la compartimentation variaient durant la saison de croissance et différaient selon les cultivars et les groupes de cultivars. Au Maryland, l'effet tige prédominait sur l'effet racine tubérisée quant au rendement en tubercules et à la compartimentation. Les cultivars et les groupes de cultivars présentant un effet racine tubérisée marqué donnaient généralement des rendements plus faibles.

SÉLECTION ET CULTURE DES TAROS ET D'AUTRES PLANTES-RACINES DE MOINDRE IMPORTANCE

LES TAROS ET LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

S.N. Lyonga[1] et S. Nzietchueng[2]

Les taros (*Xanthosoma* spp. et *Colocasia* spp.) forment un groupe important de plantes-racines tropicales qui fournit de l'énergie alimentaire à plus de 200 millions de personnes. En Afrique, leur culture est généralement intercalaire. Les principaux obstacles à leur production sont les suivants : approvisionnement inadéquat en semenceaux; maladies culturales (notamment des pourritures des racines); maladies de conservation (qui limitent leur transport) et vulnérabilité de certains cultivars à l'oxalate de calcium. La principale maladie sévissant au Nigéria est une pourriture du collet (*Corticium rolfsii*); au Cameroun, c'est une maladie des racines causée par le champignon *Pythium myriotylum*. L'incidence de ces deux types de pourriture atteint 90 % dans de nombreuses régions. Les recherches ont prouvé que de meilleures méthodes culturales minimisent les effets de ces pourritures au Nigéria et au Cameroun et qu'il est possible de lutter contre *Pythium* spp. au Cameroun grâce à un fongicide (Metalaxyl). Les travaux sur la production de semenceaux plantables et sur l'hybridation sont en cours au Cameroun et les herbicides s'avèrent un outil efficace de lutte contre les mauvaises herbes. Le potentiel qu'offrent les taros pour soulager la crise alimentaire en Afrique a été examiné. Ils offrent la plus forte capacité de production d'énergie de toutes les plantes-racines tropicales et peuvent être apprêtés de diverses façons. Les protéines de *Colocasia* sont celles qui contiennent les plus fortes teneurs en acides aminés totaux et soufrés et leur amidon est très digestible et, à ce titre, pourraient servir d'aliments pour nourrissons.

Les taros (*Colocasia* spp. et *Xanthosoma* spp.) forment un groupe important de plantes-racines tropicales; près de 200 millions de personnes travaillent à leur production et les consomment comme aliment de base. La production mondiale totale de taros a été estimée à 5 millions de tonnes en 1983 (Tableau 1), plus de la moitié de ce chiffre (3,4 millions) provenant d'Afrique. Le Nigéria est le producteur le plus important de taros avec 2 millions de tonnes, suivi du Ghana avec 1,4 million de tonnes (Horton et al. 1984). La production de taros au Cameroun était de 1,8 million de tonnes en 1976–1977 et de 0,8 million de tonnes en 1980–1981 (Cameroun, Ministère de l'Agriculture 1981).

Bon nombre de pays en développement comptent énormément sur les plantes-racines pour nourrir leurs habitants. Ainsi, au Zaïre, le manioc fournit plus de 50 % du total des calories consommées. En Côte d'Ivoire, les ignames et les taros fournissent 20 % de toute l'énergie alimentaire. La production de taros a énormément augmenté en Afrique de 1965 à 1981, déclinant simultanément dans d'autres régions (Tableau 2). Les efforts de recherche et de développement sur les taros ont été bien minces comparativement à ceux déployés pour les autres plantes-racines tropicales (D.G. Coursey, communication personnelle, 1983; Wang et Higa 1983). L'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT) et les Programmes nationaux de recherche sont chargés de la recherche sur les taros en Afrique.

Le présent article examine le potentiel de production des taros et ses obstacles, les objectifs et les résultats de recherche du début des années 80 et le rôle qu'a joué et que pourrait jouer le taro pour alléger la crise alimentaire en Afrique.

1. Institut de la recherche agronomique, Buea, Cameroun.
2. Institut de la recherche agronomique, Dschang, Cameroun.

Tableau 1. Production annuelle (millions de tonnes) de plantes-racines et de tubercules.

	Pommes de terre	Manioc	Patate douce	Igname	Taro
Afrique	5,0	46,8	5,0	18,7	3,4
Pays en développement	49,9	121,2	105,9	19,0	4,4
Reste du monde	225,8	122,2	107,3	19,2	5,0

Source : Adapté de Horton et al.(1984), Chandra (1984) et de la FAO (1974, 1980).

Tableau 2. Production de plantes-racines par les pays en développement (1979-1981) et modifications de la production de 1961 à 1981.

Région	Pomme de terre	Patate douce	Manioc	Igname	Taro
		Production (millions de tonnes)			
Afrique	3	5	46	21	3,4
Extrême-Orient	11	7	36	0	0,0
Amérique latine	10	2	30	0	0,0
Proche-Orient	6	0	0	0	0,0
		Modifications de la production (%)			
Afrique	135	24	43	33	58
Extrême-Orient	114	–9	109	–33	–22
Amérique latine	40	–27	16	128	–16
Proche-Orient	138	21	–90	–33	–12

Source : Adapté de Horton et al. (1984).

POTENTIEL DE PRODUCTION DES TAROS

La systématique des genres *Xanthosoma* et *Colocasia* soulève beaucoup de confusion. *Xanthosoma* spp. atteint des hauteurs de 1 à 2 m et a des tiges courtes, de grands pétioles et des feuilles sagittées ou hastées; il porte rarement des inflorescences. La base de la plante produit un corme (tubercule) qui porte souvent plus de quatre cormes secondaires. *Colocasia* est une plante pérennante à corme; elle est habituellement de grande taille et porte de grandes feuilles cordées de grosseur et de couleur variées et de nombreuses inflorescences. La base de la plante produit un corme entouré de nombreux petits cormes secondaires. Chez ces deux genres, les fleurs femelles occupent la base du spadice et les fleurs mâles le sommet; elles sont séparées par une zone de fleurs infertiles. Le nombre de chromosomes de *Colocasia* spp. varie de 14 à 42 (Sharma 1956; Plucknett et al. 1970). *Xanthosoma* est diploïde ($2n = 26$) (Marchant 1971).

Les taros sont cultivés dans les régions tropicales et subtropicales, surtout dans les îles du Pacifique, aux Antilles et en Afrique de l'Ouest (Plucknett et al. 1970; Nzietchueng 1985). Les tropiques sont la région comprise entre le Tropique du cancer (23°30′ N) et le Tropique du capricorne (23°30′ S); les milieux propices aux cultures tropicales ne se limitent toutefois pas uniquement à cette région. Les agrosystèmes sont surtout fonction de la quantité et de la répartition des pluies et du rayonnement solaire incident qui détermine lui-même la température. L'environnement influence plus souvent la productivité dans les agrosystèmes tropicaux moins développés et disposant de peu de ressources que dans ceux des régions tempérées plus développées.

La culture des plantes-racines et des tubercules retient maintenant l'attention des chercheurs car certaines espèces tolèrent des conditions d'exploitation marginale. *Colocasia* peut être cultivée dans des sols hydromorphes ou submergés (Plucknett et de la Pena 1971). *Xanthosoma* pousse dans des sols hydromorphes, tolère les conditions des hauts plateaux où la pluviosité annuelle descend à 1 000 mm et s'adapte à une vaste gamme de sols, allant de ceux à forte teneur en aluminium à ceux composés en grande partie de roches coralliennes (Horton et al. 1984).

Les facteurs physiologiques déterminant le rendement des taros ont fait l'objet d'études (Enyi 1968, 1977; Ezumah et Plucknett 1977; Sivan 1980). Chez *Colocasia* et *Xanthosoma*, l'indice foliaire

(IF) est corrélé de façon positive aux rendements en cormes principaux et secondaires. L'orientation des feuilles et la longueur et l'angle d'insertion du pétiole sont également des facteurs importants (Wilson 1984).

Colocasia est cultivée comme aliment de base dans les régions du sud du Pacifique, mais est une culture commerciale des îles Fiji, d'Hawaï, des Philippines, de Samoa et de Tonga (Plucknett et al. 1970; Watson 1979; de la Pena et Melchor 1984). À Hawaï, la culture de *Colocasia*, assortie de l'épandage de doses importantes d'engrais, a donné des rendements allant jusqu'à 50 t/ha (de la Pena et Plucknett 1967). Les rendements en *Colocasia* obtenus en culture artisanale tropicale sont très faibles (Campbell et Gooding 1962). Au Nigéria, les rendements en taros sont estimés à 6 t/ha (Phillips 1976) et à 1,4 t/ha au Cameroun (Cameroun, Ministère de l'Agriculture).

CULTURE DES TAROS EN AFRIQUE

Colocasia est originaire du Sud-Est asiatique et a été introduit en Afrique par l'Égypte où il est cultivé depuis plus de 2 500 ans. Sa culture s'est ensuite propagée le long de la côte est de l'Afrique et à travers le continent jusqu'en Afrique de l'Ouest (Plucknett et al. 1970). *Xanthosoma* est une plante de l'Amérique tropicale introduite en Afrique de l'Ouest par des missionnaires indiens vers 1840 (Purseglove 1972; Doku 1980; Nzientchueng 1985).

Les taros sont surtout cultivés par de petits agriculteurs de Afrique de l'Ouest, notamment au Cameroun (Lyonga 1979; Nzietchueng 1985), au Ghana (Karikari 1971) et au Nigéria (Knipscheer et Wilson 1980). Ils font généralement l'objet d'une culture intercalaire; par conséquent, les méthodes culturales dépendent de celles utilisées pour les autres cultures. Les méthodes culturales sont elles-mêmes influencées par l'agroécosystème et les habitudes de consommation (Coursey 1968; Knipscheer et Wilson 1980; Onwueme 1984; Igbokwe et al. 1984; Karikari 1984).

Outre le manque de semenceaux améliorés et de méthodes culturales adéquates, des études récentes (Arene et Okpala 1981; Okeke 1980; Nzientchueng 1983a, 1985) montrent que les pourritures au champ ou de conservation sont les principaux obstacles à la production du taro en Afrique. Les mauvaises herbes (Abasi et Onwueme 1984) et la longue période de maturation des taros sont d'autres obstacles. Certains tubercules étant très irritants pour la bouche et le tube digestif, certains cultivars de taro ne sont pas propres à la consommation s'ils ne sont pas cuits à point (Coursey 1984). Pendant la dernière décennie, l'IITA et les Programmes nationaux de recherche en Afrique ont accompli des progrès importants dans ces domaines.

FAITS SAILLANTS ET RÉALISATIONS DE LA RECHERCHE

Les maladies sont principalement responsables des faibles rendements en taros en Afrique (Arene et Okpala 1980; Nzietchueng 1985). Les principales sont la maladie du taro (*Corticium rolfsii*) au Nigéria et la pourriture des racines de *Xanthosoma* (*Phythium myriotylum*) au Cameroun; elles réduisent les rendements jusqu'à 90 %. Les taros sont également vulnérables aux infestations de mauvaises herbes (Abasi et Onwueme 1984).

Des recherches récentes effectuées au Nigéria (Arene et Okpala 1981) ont révélé qu'il était possible de lutter contre la maladie du taro (*Corticium rolfsii*) grâce à l'amélioration des méthodes culturales (p. ex., buttage et plantation en profondeur). Au Cameroun, Nzietchueng (1983b) signalait qu'un fongicide (Metalaxyl) permet de lutter contre la pourriture racinaire de *Xanthosoma* (*Pythium myriotylum*); la sélection pour la résistance à la pourriture des racines est encore pratiquée au Cameroun. En fait, les techniques d'induction de la floraison à l'aide de l'acide gibbérellique (IITA 1978, 1979, 1980; Agueguia et Nzietchueng 1984) permettent maintenant d'obtenir des hybrides de *Xanthosoma* et de *Colocasia* (CNRCIP 1980, 1981, 1982, 1983; Wilson 1984). Les herbicides réussissent à contrôler les mauvaises herbes dans les champs de *Xanthosoma* au Nigéria (Abasi et Onwueme 1984).

LE RÔLE DES TAROS DANS LE SOULAGEMENT DE LA CRISE ALIMENTAIRE EN AFRIQUE

Il n'y a pas plus de 20 ou 30 ans, les plantes-racines tropicales n'étaient cultivées que comme produits d'autoconsommation; les changements sont maintenant faciles à voir. Depuis les 15 dernières années, la production de plantes-racines a pris beaucoup d'expansion, sauf au Proche-Orient (Tableau 2) (Horton et al. 1984; Plucknett 1984). Les plantes-racines sont maintenant considérées comme une source d'énergie. Certains chercheurs se sont penchés sur la production éventuelle d'alcool à partir du manioc de même que de *Colocasia* (Wang et al. 1984).

Dans les pays en développement, les récoltes de l'ensemble des plantes-racines ont augmenté de 44 % de 1961 à 1980 (CIP 1982; Plucknett 1984). En Afrique, la production de manioc dépasse maintenant celle de toutes les autres plantes-racines combinées (Terry et al. 1981; Coursey 1984). Les estimations faites par Mazumdar (1980), de 1972 à 1985 montrent que les pays africains, sauf le Burkina Faso et le Kenya, auront des besoins en disponibilités alimentaires additionnelles plus élevés pour les plantes-racines et les tubercules que pour les céréales (Tableau 3).

Les taros sont un aliment de base des habitants de certaines régions d'Afrique (Lyonga 1979; Karikari 1984; Nzietchueng 1985). Les cormes principaux et secondaires peuvent être consommés de diverses façons : bouillis, en purée, pilés, seuls ou mélangés à d'autres aliments amylacés (p. ex., le plantain), ou râpés et ajoutés à des soupes et des bouillis. Les jeunes feuilles de plusieurs cultivars sont ajoutées à des soupes ou des salades. Aux Antilles, une espèce, *Xanthosoma brasiliense*, est cultivée essentiellement pour ses feuilles qui sont incorporées à des salades (Morton 1972).

De nombreuses variétés de *Colocasia* et *Xanthosoma* ont une très grande valeur parce que la plupart de leurs organes peuvent être consommés. Les tubercules fournissent des amidons très digestibles et les feuilles sont consommées comme légume vert. Les feuilles de taro ont des teneurs élevées en thiamine (Morton 1972), ce qui, de nos jours, est un avantage, car les populations (comme celle du Burkina Faso; Tableau 3) consomment maintenant beaucoup de glucides raffinés. Les feuilles de *Colocasia* sont une excellente source d'acide folique, de riboflavine et de vitamine A, particulièrement utile aux personnes souffrant d'anémie. Le rendement en énergie alimentaire des taros par unité de surface est élevé (Parkinson 1984) et les protéines de *Colocasia* contiennent davantage d'acides aminés totaux et soufrés que les autres plantes-racines (Tableau 4) (Splittstoester et al. 1973; Parkinson 1984).

Tableau 3. Disponibilités alimentaires supplémentaires nécessaires (millions de tonnes) de dix pays africains, de 1972 à 1985.

Pays	Céréales	Plantes-racines et tubercules
Angola	214	754
Bénin	127	330
Burkina-Faso	1 786	365
Kenya	850	482
Libéria	768	1 575
Mozambique	322	1 128
Nigéria	3 517	9 890
Tanzanie	352	588
Ouganda	80	452
Zaïre	407	4 700

Source : Mazumdar (1980).

Tableau 4. Éléments nutritifs tirés d'une consommation quotidienne par habitant de 2 kg d'aliments préparés à partir de plantes-racines et de tubercules.

Aliments	Protéines (g)	Énergie (kJ)	Protéines (% kJ)	Acides aminés (g/100 g de protéines)		
				Lysine	Méthionine	Cystéine
Manioc	20	11 553	3,0	2,9	0,7	0,0
Igname	30	8 540	6,5	4,5	1,2	0,2
Patate douce	20	9 042	3,8	4,6	1,5	0,0
Taro	44	7 535	9,8	4,2	1,1	0,4
Protéines[a]				4,2	2,2	2,2

Source : Adapté de Splittstoesser et al. (1973) et Parkinson (1984).
[a] Protéines de référence de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture.

CONCLUSIONS

Il est essentiel de prendre les mesures suivantes pour que les taros contribuent de façon significative à soulager la crise alimentaire en Afrique.

- Intensifier la recherche sur les taros, qui a jusqu'ici été beaucoup négligée lorsqu'elle portait simultanément sur d'autres plantes-racines, en insistant sur la lutte contre les maladies, les systèmes culturaux, l'entreposage, la transformation et la commercialisation.
- S'assurer que les producteurs collaborent avec les chercheurs; les approches actuelles font maintenant participer les agriculteurs à la recherche appliquée. Il faudrait donc encourager la recherche adaptative sur le terrain.
- Vérifier si les sols hydromorphes et les conditions qui permettent la culture du riz non décortiqué conviennent à *Colocasia*, une culture qui se prête à une mécanisation totale (comme à Hawaï).
- S'assurer d'une collaboration entre les centres internationaux et les programmes nationaux afin de faciliter les travaux de recherche et de développement fructueux sur les taros et autres plantes-racines.

BIBLIOGRAPHIE

Abasi, L., Onwueme, I.C. 1984. Herbicidal weed control in tannia cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*). *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society of Tropical Root Crops, Lima, Peru, 21-26 February 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 91-95.

Agueguia, A., Nzietchueng, S. 1984. Production de plantes hybrides et test de résistance du macabo (*Xanthosoma* spp. *sagittifolium*) causé par *Pythium myriotylum*. *In* Terry, E.R., Doku E.V., Arene, O.B., Mahungu N.M., éd., Plantes-racines tropicales : cultures et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international. Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 173-175.

Arene, O.B., Okpala, E.-U. 1981. Une maladie du taro au Nigéria causée par le *Corticium rolfsii*. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario Canada. IDRC-163f, 250-257.

Cameroun, Ministère de l'Agriculture. 1981. Annuaire de statistiques agricoles 1980/81. *In* Direction des études et projets. Ministère de l'Agriculture, Yaoundé, Cameroun 77 p.

Campbell, J.S., Gooding, H.J. 1962. Recent development in the production of food crops in Trinidad. Tropical Agriculture (Trinidad), 39(4), 261-270.

Chandra, S. 1984. Tropical root crops statistics: a world perspective. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society of Tropical Root Crops, Lima, Peru, 21-26 February 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 41-46.

CIP (Centre international de la pomme de terre). 1982. Potato world facts. CIP, Lima, Pérou.

CNRCIP (Programme national d'amélioration des plantes-racines au Cameroun). 1980. Rapport technique annuel. Institut de la recherche agronomique. Yaoundé, Cameroun.

____ 1981. Rapport technique annuel. Institut de la recherche agronomique. Yaoundé, Cameroun.

____ 1982. Rapport technique annuel. Institut de la recherche agronomique. Yaoundé, Cameroun.

____ 1983. Rapport technique annuel. Institut de la recherche agronomique. Yaoundé, Cameroun.

Coursey, D.G. 1968. The edible aroids. World Crops, 20(3), 25-30.

____ 1984. Ressources des principales plantes-racines — leurs possibilités d'utilisation par l'homme, l'animal et l'industrie. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 27-37.

de la Pena, R.S., Melchor, F.M. 1984. Water use and efficiency in lowland taro production. *In* Proceedings of the 6th Symposium of the International Society of Tropical Root Crops, Lima, Peru, 21-26 February 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 97-101.

de la Pena, R.S., Plucknett, D.L. 1967. Response of taro to N, P, et K fertilization under upland and lowland conditions in Hawaii. *In* Proceedings of the 1st symposium of the International Society of Tropical Root Crops, St-Augustine, Trinidad and Tobago, 2-8 April 1967. University of the West Indies, St-Augustine, Trinité-et-Tobago.

Doku, E.V. 1980. Comment faire progresser la recherche sur les taros. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur la plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international. Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 237-241.

Enyi, B.A.C. 1968. Growth of cocoyams (*Xanthosoma sagittifolium*). Indian Journal of Agricultural Science, 38 627-633.

____ 1977. Growth development and yield of some tropical root crops. *In* Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigeria, 2-9 December 1977. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Ezumah, H.C., Plucknett, D.L. 1977. Response of taro (*Colocasia esculenta*) under dryland conditions in Fiji. Fondation internationale pour la science. Stockholm, Suède. Rapport provisoire, 167-182.

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 1974. Annuaire de la production. FAO. Rome, Italie

____ 1980. Annuaire de la production. Rome, Italie.

Igbokwe, M.C., Arene, O.B., Ndubuizu, T.C., Umana, E.E. 1984. Culture associée du taro et du plantain : effets sur le rendement et les maladies du taro. *In* Terry, E.R. Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Division Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 186-188.

IIAT (Institut international d'agriculture tropicale. 1978. Annual technical report. IIAT, Ibadan, Nigéria.

____ 1979. Annual technical report. IIAT, Ibadan, Nigéria.

____ 1980. Annual technical report. IIAT, Ibadan, Nigéria.

Karikari, S.K. 1971. Cocoyam cultivation in Ghana. World Crops, 23(3), 118-122.

____ 1984. Le plantain dans la culture des plantes-racines. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines — Division Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 211-213.

Knipscheer, H.C., Wilson, F.E. 1980. Les systèmes de culture du taro au Nigéria. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines tropicales de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 258-266.

Lyonga, S.N. 1979. Cocoyam production in Cameroon. Article présenté lors d'un séminaire sur le taro, Baybay, Leyte, Philippines, 24-25 septembre 1979. Fondation internationale pour la science, Stockholm, Suède. Rapport provisoire 5, 22 p.

Marchant, C.J. 1971. Chromosome variation in Aracea : II — Richardieae to Colocasieae. Kew Bulletin, 25, 47-56.

Mazumdar, S. 1980. Realistic food goals for Africa. Ceres, 1980 (juillet-août), 36-40.

Morton, J.F. 1972. Cocoyams (*Xanthosoma caracu, X. atrovirens* and *X. nigrum*), ancient root and leaf vegetables gaining in economic importance. Proceedings of the Florida State Horticulture Society, 85, 85-94.

Nzietchueng, S. 1983a. Études sur la pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroun : I — symptomatologie et étiologie de la maladie. Agronomie Tropicale, 38(4), 321-325.

____ 1983b. Études sur la pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroun : II — quelques aspects de l'épidémiologie et moyens de lutte. Agronomie Tropicale, 38(4), 326-330.

____ 1985. Genre *Xanthosoma* (macabo) et contraintes de production : cas particulier de la pourriture racinaire causée par *Pythium myriotylum* au Cameroun. Université de Yaoundé, Yaoundé, Cameroun. Thèse de doctorat d'État en sciences naturelles, 253 p.

Okeke, G.C. 1980. Pourridié des racines et pourriture pendant la conservation du taro au Nigéria. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches des années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines tropicales de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 242-245.

Onwueme, I.C. 1984. The place of edible aroids in tropical farming systems. *In* Chandra, S., éd., Edible aroids, Clarendon Press, Oxford, Royaume-Uni. p. 136-139.

Parkinson, S. 1984. The contribution of aroids in the nutrition of people in the South Pacific. *In* Chandra, S., éd., Edible aroids. Clarendon Press, Oxford, Royaume-Uni. p. 215-224.

Phillipps, T.A. 1976. An agricultural notebook. Longman Group Ltd, Londres, Royaume-Uni.

Plucknett, D.L. 1984. Tropical root crops in the Eighties. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre. Lima, Pérou, p. 3-8.

Plucknett, D.L., de la Pena, R.S., 1971. Taro production in Hawaii. World Crops, 23(5), 244-249.

Plucknett, D.L., de la Pena, R.S., Obrero, F.P. 1970 Taro (*Colocasia esculenta* L. Schott): a review. Field Crops Abstracts, 23(4), 413-426.

Purseglove, J.W. 1972. Tropical monocotyledons: I and II. Longman Group Ltd, Londres, Royaume-Uni.

Sivan, P. 1980. Growth and development of taro (*Colocasia esculenta*) under dryland conditions in Fiji. Fondation internationale pour la science, Stockholm, Suède. Rapport provisoire, 167-182.

Sharma, A.K. 1956. A new concept of a means of speciation in plants. Caryologia, 9, 93-130.

Splittstoesser, W.E., Martin, F.W., Rhodes, A.M. 1973. The nutritional value of some tropical root crops. Proceedings of the Tropical Region of the American Society for Horticultural Science, 17, 290-294.

Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd. 1981. Stratégies de recherches pour les années 1980. *In* Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 275-278.

Wang, J.K., Carpenter, J.R., de la Pena, R.S. 1984. The potential of taro in some South Pacific Islands. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Peru, 21-26 February 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 109-114.

Wang, J.K., Higa, S. 1983. Taro: a review of *Colocasia esculenta* and its potentials. University of Hawaii Press, Honolulu, HI, États-Unis. 394 p.

Watson, J. 1979. Importing root crops from the South Pacific islands for New Zealand markets. *In* Plucknett, D.L., éd., Small-scale processing and storage of tropical root crops. Westview Press, Boulder, CO, États-Unis.

Wilson, J.E. 1984. Taro and cocoyam: what is the ideal plant type? *In* Chandra, S., éd., Edible aroids. Clarendon Press, Oxford, Royaume-Uni. p. 151-159.

RECHERCHES SUR LE GINGEMBRE AU NIGÉRIA

O.B. Arene, G.C. Orkwor et P.A. Okwuowulu[1]

Le Nigéria a été un producteur et un exportateur important de gingembre séché jusqu'en 1967, année où sa production a décliné. Des efforts de recherche intenses destinés à améliorer sa production sont déployés depuis 1982. Les tentatives de croisement des deux variétés de gingembre connues au Nigéria n'ont donné aucun résultat. Le gingembre pousse dans les régions savanisées et dans la forêt pluviale et réagit bien au paillage. Les semenceaux de 20 g plantés à tous les 20 cm au début de la saison des pluies donnent les rendements les plus élevés. Les enquêtes sur les échanges commerciaux révèlent que la demande pour le gingembre est actuellement élevée et le restera dans un avenir prévisible.

Le gingembre est une tige souterraine ou rhizome de *Zingiber officianale*, une plante herbacée vivace, généralement cultivée comme annuelle. Au moment des récoltes, le gingembre frais se présente comme une masse entremêlée de rhizomes interreliés appelée «races» ou «mains» et de ramifications appelées «doigts».

Le gingembre est originaire de l'Asie du Sud-Est et a été introduit avec succès dans un grand nombre de pays tropicaux et subtropicaux comme le Nigéria qui est devenu depuis l'un des principaux producteurs et exportateurs de cette racine. Le gingembre est commercialisé sous forme d'épice, de produit de confiserie ou de légume. Le circuit de distribution utilisé dépend de la forme de commercialisation du gingembre (Tableau 1). Le gingembre sec donne lieu au commerce international le plus important (Tableau 2).

Le Nigéria a commencé à cultiver le gingembre en 1927 et est devenu depuis lors un producteur et un exportateur de gingembre séché mondialement connu; ses niveaux de production ont toutefois subi des fluctuations importantes. En 1963–1964, 1964–1965, 1965–1966 et 1966–1967, le Northen Nigeria Marketing Board a acheté respectivement 3 800, 2 800, 1 650 et moins de 300 t de gingembre (Anand 1982). De nos jours, le Nigerian Groundnut Board s'occupe de commercialiser le gingembre. Nous ne disposons d'aucune donnée sur les exportations depuis 1978 (Tableau 3); malgré tout, le prix payé en 1986 par le Royaume-Uni pour le gingembre du Nigéria était de 600 L STG/t (en janvier 1987, 0,64 L STG = 1 $ US). Par conséquent, les exportations de 3 000 t de 1977 valaient 1 800 000 L STG. Le gingembre est donc un produit d'exportation important pour le Nigéria.

Conscient de cette réalité, le Nigerian Groundnut Board travaille en collaboration avec le gouvernement de l'État de Kaduna (État du Nigéria où est traditionnellement cultivé le gingembre) à la promotion de la production du gingembre. Le Nigerian Groundnut Board offre maintenant des prix plus élevés aux producteurs et le gouvernement de l'État a l'intention de créer une usine de transformation du gingembre avec l'aide de la Nigerian Industrial Development Bank (NIDB). En raison de l'absence de données scientifiques de base sur la production du gingembre, le Nigerian Groundnut Board contactait en 1982 le National Root Crops Research Institute (NRCRI) d'Umudike pour lui demander d'effectuer des recherches agronomiques destinées à améliorer la production. La NIDB demandait récemment (1984) au NRCRI d'établir l'étendue de la base de données scientifiques existante pour étayer le projet d'usine de transformation du gingembre qu'elle avait l'intention de financer.

1. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria.

Tableau 1. Formes commercialisées du gingembre.

Forme	Description	Circuit de distribution[a]
Gingembre séché		
Épluché, râclé ou décortiqué	Couche de liège soigneusement enlevée sans endommager le tissu sous-jacent	S et C
Grossièrement râclé	Couche de liège partiellement enlevée, habituellement d'un seul côté	S et C
Non pelé ou non décortiqué	Peau reste intacte	S et C
Gingembre noir	Plongé dans l'eau bouillante pendant 10 à 15 min et séché	S et C
Blanchi ou chaulé	Proprement pelé et traité à la chaux substituée à l'acide sulfurique	S et C
Fendu ou tranché	Non pelé ou non râclé, mais fendu de biais ou tranché	S et C
Gingembre en conserve	Préparé à 5–7 mois, pelé, coupé en morceaux et mis dans un sirop	S et C
Gingembre frais	Non transformé	V
Gingembre moulu[b]	Séché et moulu	S et C
Essence et oléorésine[b]	Extraits	C et P

Source : adapté d'Anand (1982).
[a] S : épice; C : confiserie; V : légume; P : parfumerie.
[b] Augmente graduellement sa part du marché mondial.

Le présent article examine les recherches sur le gingembre effectuées depuis 1982 et suggère des orientations futures pour la recherche sur la production et la transformation du gingembre au Nigéria.

Tableau 2. Principaux producteurs de gingembre frais, en conserve et séché.

À l'état frais	En conserve	Séché
Brésil	Australie	Australie
Fiji	Chine	Chine
île Maurice	Hong Kong	Inde
Antilles		Indonésie
		Jamaïque
		île Maurice
		Népal
		Nigéria
		Sierra Leone

Source : Adapté d'Anand (1982).

PLASMA GERMINATIF

Des enquêtes effectuées en 1982 prouvent que seules deux variétés de gingembre sont cultivées au Nigéria : le gingembre jaune (*taffin giwa*) et le gingembre noir (*yatsum biri*). Ces deux variétés sont principalement cultivées dans le district de Jebba, dans l'État de Kaduna et sont recherchées par les producteurs d'essence et d'oléorésine de gingembre en raison de leurs rendements élevés (Anand 1982). La saveur très épicée de leur oléorésine est également recherchée par l'industrie de la viande. Les efforts déployés pour élargir la base génétique à l'aide de variétés provenant de l'Inde et du Sierra Leone ont été vains.

SÉLECTION

Le gingembre ne fleurit pas dans sa région de culture traditionnelle (sud de Zaria), mais les deux variétés fleurissent à profusion en zone de forêt pluviale (État d'Imo) et d'Igbariam (État d'Anambra). Leur floraison a été étudiée (NRCRI 1983, 81), mais aucun croisement n'a réussi car les bractées principales qui forment l'inflorescence sont disposées de telle façon que les réceptacles qui emmagasinent l'eau de pluie sont axillaires, ce qui expose les fleurs aux attaques de ravageurs et à des pourritures fongiques.

ESSAIS ÉCOLOGIQUES

Des essais effectués en 1982 ont démontré que le gingembre pouvait être cultivé à l'extérieur de sa zone de production connue du sud de Zaria sans que ses qualités commerciales essentielles (de consommation et d'exportation) ne soient modifiées (NRCRI 1982). Par conséquent,

Tableau 3. Exportations annuelles (t) de gingembre séché de certains pays.

	1960–1968 (Moyenne)	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Inde[a]	5 103	1 717	1 223	3 156	6 746	6 050	5 083	4 681	4 786	4 461	8 359	11 796
Jamaïque	673	279	305	326	348	479	336	286	535	213	(172)	ND
Népal	ND	ND	ND	ND	ND	637	154	177	263	287	283	71
Nigéria	1 893	3 238	3 783	2 347	2 084	1 141	630	664	1 927	3 071	ND	ND
Sierra Leone	780	758	440	601	489	348	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Notes : ND : non disponible. Les chiffres entre parenthèses sont estimatifs.
Source : Adapté d'Anand (1982).
[a] Dans le cas de l'Inde et du Népal, les années sont des périodes de 12 mois se terminant le 31 mars.

Tableau 4. Rendement moyen (t/ha) en gingembre à quatre endroits.

	Umudike		Igbariam		Otobi		Kubacha	
Variété	F[a]	AF	F	AF	F	AF	F	AF
Jaune	13,6	13,2	22,7	18,5	5,3	3,4	12,8	12,6
Noir	9,8	9,1	22,5	17,1	5,2	4,0	9,7	9,6
ppds (P = 0,05)	2,2		3,8		NS		2,01	

Note : NS : non significative.
[a] F : fumure; NF : aucune fumure.

l'adaptabilité du gingembre à différentes zones écologiques a été vérifiée en 1983. Les résultats ont démontré que l'épandage d'engrais à Umudike, Otobi et Kubacha n'avait provoqué aucune réaction significative chez les deux variétés de gingembre, sauf à Igbariam (Tableau 4) (NRCRI 1983, 79-80). À Umudike et Kubacha, le rendement en gingembre jaune a été significativement (P = 0,05) plus élevé que celui en gingembre noir; à Igbariam et Otobi, aucune différence de rendement n'a été relevée. Les faibles rendements d'Otobi peuvent provenir de la mauvaise qualité du matériel de semence. Cet essai laisse supposer que les deux variétés de gingembre sont adaptées à des zones écologiques autres que celle du sud de Zaria.

GESTION DES CULTURES

FERTILISATION

La culture du gingembre exige toujours de fortes doses de fumier. Au Nigéria, on a toujours recours à des engrais organiques (p. ex., fumier de vache). En raison de la difficulté d'approvisionnement en engrais organiques, il faudra introduire l'utilisation d'engrais inorganiques qui sont de plus en plus faciles à se procurer.

En 1983, des essais effectués à Umudike (forêt pluviale) et à Kubacha, dans le sud de Zaria (savane), ont permis d'établir la réaction du gingembre jaune à des applications de N, P et K (NRCRI 1983, 80-81) : des doses de 0,45 et 90 kg de N/ha, sous forme de sulfate d'ammonium, de 0,15 et de 30 kg de P/ha, sous forme de superphosphate triple et de 0,90 et 180 kg de K/ha sous forme de chlorure de potassium ont été combinées dans le cadre d'une expérience factorielle, répétée trois fois à chacun des deux endroits. Aucune réaction significative à l'épandage d'engrais N-P-K n'y a été observée. Les rendements moyens obtenus à Umudike et Kubacha étaient respectivement de 15,3 et de 13,9 t/ha.

EFFETS DU TYPE DE PAILLIS

Un paillis lourd favorise la production du gingembre. Nous nous sommes penchés sur les effets de différents types de paillis sur les rendements en gingembre puisqu'il pousse et produit des rhizomes de qualité similaire dans des régions autres que le sud de Zaria et que les types de paillis disponibles localement sont différents (NRCRI 1983, 79-80). En règle générale, le paillage

Tableau 5. Effets du paillage sur le rendement (t/ha) en gingembre jaune et noir.

Paillis	Jaune	Noir	Moyenne
Graminées	16,9a	16,5a	16,2a
Plantes à larges feuilles	14,3b	12,0b	13,2b
Aucun paillage	13,5b	6,7c	11,1c
Moyenne	14,9b	11,4b	

Note : les valeurs d'une même colonne suivies d'une lettre identique ne sont pas significatives lorsque $P = 0,05$ selon le test de l'étendue multiple de Duncan.

Tableau 6. Effets de la préparation du sol, du paillage et de l'espacement sur le rendement en gingembre jaune et noir.

	Billon				Planche			
	10 cm[a]	20 cm	30 cm	Moyenne	10 cm	20 cm	30 cm	Moyenne
				Gingembre jaune				
Paillage	33,5	23,3	27,4	28,1	30,6	22,2	12,6	21,8
Aucun paillage	24,5	14,5	11,3	16,8	23,7	13,7	17,1	18,2
				Gingembre noir				
Paillage	27,9	21,9	21,1	23,6	24,8	15,1	16,7	19,2
Aucun paillage	15,8	8,8	6,2	10,2	15,4	9,8	9,7	11,3

Note : ppds ($P = 0,05$) = 9,0.
Source : Umudike (1983).
[a] Espacement.

augmente significativement ($P = 0,05$) les rendements des deux variétés (Tableau 5). Le paillis de graminées a donné des résultats plus significatifs ($P = 0,05$) que le paillis de plantes à larges feuilles, différence qui était plus marquée chez le gingembre noir. Les différences relevées entre les divers types de paillis ont été attribuées à un retard de germination sans paillage, à une irrégularité de la germination sous paillis à larges feuilles et à la régularité et la précocité de la germination sous paillis de graminées.

EFFETS DE L'ESPACEMENT, DE LA PRÉPARATION DU SOL ET DU PAILLAGE

Les effets de l'espacement (10, 20 et 30 cm), de la préparation du sol (billons et planches) et du paillage sur deux variétés de gingembre ont été évalués en 1982 et 1983 (NRCRI 1983, 82). C'est le paillage et un espacement de 10 cm qui ont donné les rendements les plus élevés, tant sur les billons que sur les planches. Un espacement plus grand diminuait les rendements. Néanmoins, les résultats montrent que le gingembre peut être cultivé sur des billons ou des planches. Les billons peuvent être utilisés dans les régions de fadama (régions basses où affleure souvent la nappe phréatique) (Tableau 6).

EFFETS DE L'ESPACEMENT, DU POIDS DES SEMENCES ET DE L'ÉPOQUE DE PLANTATION

Bien qu'il ait été démontré qu'un espacement trop grand diminuait les rendements (NRCRI 1983, 82), il est toutefois nécessaire de déterminer le ratio intrants-extrants permettant d'obtenir un taux d'ensemencement économique. R. Omenukor (NRCRI 1983, 81) a étudié les effets de l'espacement, du poids des semences et de l'époque de plantation sur le rendement des deux variétés de gingembre et découvert que ces trois facteurs affectaient de façon significative les rendements ($P = 0,05$). Le ratio intrants-extrants était optimal lorsque des semenceaux de 20 g étaient plantés à tous les 20 cm^2 en avril (Tableau 7).

Tableau 7. Effets de l'époque de plantation, du poids des semenceaux (g) et de l'espacement (cm) sur le rendement (t/ha) en gingembre jaune et noir et le ratio intrants-extrants.

	Semenceaux de 20 g			Semenceaux de 30 g			Semenceaux de 40 g			Rendement
	20 cm	30 cm	40 cm	20 cm	30 cm	40 cm	20 cm	30 cm	40 cm	moyen
Gingembre jaune										
Époque de plantation										
Avril	18,0	9,0	3,1	23,5	12,8	10,1	25,0	15,9	9,0	14,0
Mai	6,0	5,5	2,8	14,3	5,5	3,9	12,5	6,8	4,1	6,8
Rendement moyen	12,0b	7,3bc	3,0c	18,9a	9,2b	7,0b	18,8a	11,4b	6,6bc	
Intrant équivalent (t/ha)	5,0	4,0	2,5	7,5	6,0	3,2	10,5	8,0	5,0	
Ratio intrants-extrants	2,5	1,8	1,2	2,5	1,5	2,2	1,8	1,4	1,3	
Gingembre noir										
Époque de plantation										
Avril	21,7	10,3	6,8	24,3	13,8	7,9	28,3	15,6	9,9	15,4
Mai	10,5	5,3	3,7	13,8	7,6	4,8	14,8	8,8	4,4	8,2
Rendement moyen	16,1a	7,8b	5,3b	19,1a	10,7b	6,4b	21,6a	12,2b	7,2b	
Intrant équivalent (t/ha)	5,0	4,0	2,5	7,5	6,0	3,8	10,5	8,0	5,0	
Ratio intrants-extrants	3,2	2,0	2,1	2,5	1,8	1,7	2,1	1,5	1,4	

Note : Les rendements moyens suivis par une ou deux lettres identiques ne sont pas statistiquement significatifs à $P = 0,05$ selon le test de l'étendue multiple de Duncan.
Source : Adapté d'Omenukor (1983).

Tableau 8. Exportations (t) du Nigéria de gingembre séché par destination et année.

	1960–1968 (moyenne)	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Europe	1 359	1 888	2 541	1 777	1 448	914	261	268	1 384	1 971
Royaume-Uni	802	1 064	1 742	951	415	550	87	198	1 262	634
Autres pays de l'Europe de l'Ouest	557	824	799	826	1 033	364	174	68	122	1 337
Europe occidentale	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Amérique du Nord	564	1 169	1 207	508	603	227	376	396	543	1 100
États-Unis	546	1 169	1 207	508	601	224	376	396	543	1 100
Canada	18	—	—	—	2	3	—	—	—	—
Moyen-Orient	—	—	20	16	—	—	—	—	—	—
Asie	39	91	—	25	8	—	—	—	—	—
Autres pays	168	90	15	21	25	—	—	—	—	—
Total	2 130	3 238	3 783	2 347	2 084	1 141	637	664	1 927	3 071

Source : Adapté d'Anand (1982).

EXTRACTION D'HUILE ET D'OLÉORÉSINE

À l'heure actuelle, l'industrie de l'alimentation et les consommateurs préfèrent des épices extraites dans des conditions stériles (huile et oléorésine de gingembre) et ces produits font maintenant l'objet d'un commerce international régulier avec l'Inde, l'Indonésie et Singapour qui en sont les principaux producteurs et exportateurs. En 1982, nous avons toutefois proposé au Département de génie chimique de l'Université d'Ahmadu Bello, Zaria, Nigéria, d'effectuer un projet conjoint pour étudier les possibilités de transformation du gingembre au Nigéria. Notre projet n'a toutefois pas encore été mis à exécution.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Le gingembre ne fait l'objet de recherche systématique au Nigéria que depuis trois ans. Il est évident que la faible productivité du gingembre s'en trouvera améliorée. La demande pour les

produits du gingembre est réelle (Tableau 8) et des recherches multidisciplinaires s'imposent pour accroître le rendement en gingembre et «ragaillardir» cette composante de l'économie du Nigéria.

BIBLIOGRAPHIE

Anand, N. 1982. Selected markets for ginger and its derivatives with special reference to dried ginger. Tropical Products Institute. Londres, Royaume-Uni, 106 p.

NRCRI (National Root Crops Research Institute). 1982. Annual report. NRCRI, Umudike, Nigéria.

____ 1983. Annual report. NRCRI. Umudike, Nigéria. 196 p.

RÉSUMÉS

EFFETS DE LA GROSSEUR ET DE L'ORIGINE DES SEMENCEAUX ET DE LA DENSITÉ DE PLANTATION SUR LA PRODUCTIVITÉ DES TAROS

A. UDEALOR et O.B. ARENE, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Les taros, *Xanthosoma sagittifolium* et *Colocasia esculenta*, ont toujours été propagés par voie végétative à l'aide de cormes principaux et secondaires, donnant une faible productivité de 1:5. Des essais menés en 1983 et 1984 ont montré que la grosseur et l'origine des semenceaux (cormes principaux ou secondaires) et la densité de plantation influençaient leur productivité. Le rendement total en *C. esculenta* était significativement ($P = 0,05$) plus élevé si des semenceaux de 20 g provenant de cormes principaux et plantés à une densité de 100 000 plants/ha avaient été utilisés. Chez *X. sagittifolium*, le rendement total était significativement ($P = 0,05$) plus élevé lorsque des semenceaux de 30 g étaient plantés à une densité de 75 000/ha, peu importe leur origine. Chez *C. esculenta*, la productivité la plus élevée (1:18) a été obtenue à partir de semenceaux de 20 g plantés à une densité de 50 000/ha. Chez *X. sagittifolium*, ce sont des semenceaux de 10 g plantés à une densité de 50 000/ha qui ont donné les meilleurs résultats (1:23).

TROIS NOUVELLES MALADIES DU TARO EN TANZANIE

J.M. TERI, M.E.R. SIJAONA et H.M.A. MAGEMBE, Département d'agronomie, Université d'agriculture de Sokoine, Morogoro, Tanzanie

Un relevé des maladies du taro en Tanzanie a permis de découvrir trois nouvelles maladies : la tacheture foliaire causée par le stade *Colletotrichum* de *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld et Schrenk, la flétrissure bactérienne des feuilles causée par *Xanthomonas campestris* L. (probablement la sous-espèce *dieffenbachiae* (McCullock et Pirone) et un pourridié. L'étiologie du pourridié semble complexe, *Fusarium solani* et *Meloidogyne* spp. étant les deux agents pathogènes en cause.

EFFETS DE LA RÉCOLTE DES FEUILLES ET DE L'ESPACEMENT SUR LE RENDEMENT EN *XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM* ET *COLOCASIA ESCULENTA*

O. SAFO-KANTANKA, Département d'agronomie, Université de la science et de la technologie, Kumasi, Ghana

Des parcelles de *Xanthosoma sagittifolium* et de *Colocasia esculenta* (densités de plantation de 1 x 1 m, 1 x 0,75 m et 1 x 0,5 m) ont été soumises à trois degrés (traitements) de récolte des feuilles dès le 6^{e} stade de développement foliaire : un traitement témoin (aucune récolte), une défoliation alternée (récolte d'une nouvelle feuille sur deux) et une défoliation complète (récolte de toutes les nouvelles feuilles). Chez *X. sagittifolium*, la récolte des feuilles a entraîné une réduction importante du rendement en cormes. Les défoliations alternée et complète ont réduit le rendement en cormes de 31,4 et 58,6 % respectivement. Le rendement en cormes et la grosseur

des cormes principaux et secondaires n'étaient pas significativement affectés par la récolte des feuilles. Chez *C. esculenta*, la récolte des feuilles n'avait aucun effet significatif sur les rendements en cormes. La grosseur des cormes et le nombre de drageons ont été affectés de façon significative sans qu'aucune tendance ne se dessine toutefois nettement. Le rendement en petits cormes secondaires était significativement plus élevé chez les plants de *X. sagittifolium* les plus rapprochés (1 x 0,5 m). Les espacements de 1 x 0,75 m et 1 x 0,5 m ont donné des rendements plus élevés respectifs de 18,2 et 59,6 % que l'espacement de 1 x 1 m. L'espacement n'avait aucun effet significatif sur le nombre de cormes secondaires par plant, le rendement en cormes ou leur grosseur; la grosseur des cormes secondaires était toutefois significativement réduite par l'espacement le moins grand (1 x 0,5 m) de *X. sagittifolium*. L'espacement n'avait aucun effet significatif sur le rendement en cormes de *C. esculenta*, qui diminuait toutefois de 30,1 % chez les plants plus rapprochés (1 x 0,5 m), comparativement aux plants les plus espacés (1 x 1 m).

PROTECTION DES PLANTES-RACINES

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA COCHENILLE DU MANIOC (*PHENACOCCUS MANIHOTI*) AVEC LE PARASITOÏDE EXOTIQUE, *EPIDINOCARSIS LOPEZI*

P. Neuenschwander, W.N.O. Hammond et H.R. Herren[1]

Depuis son introduction accidentelle en Afrique, la cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti* Mat.-Fer.) s'est répandue dans près de 70 % de la zone de culture du manioc. Le parasitoïde spécifique, *Epidinocarsis lopezi* (De Santis), d'origine sud-américaine, tout comme la cochenille du manioc, a été introduit au Nigéria. Il a été lâché dans 12 pays depuis 1981. Le taux de propagation exceptionnel et la capacité d'acclimatation remarquable de *E. lopezi* montrent son potentiel d'efficacité. Dès décembre 1985, le parasite s'était acclimaté dans 13 pays africains couvrant une superficie totale de 650 000 km^2. Dans le sud-ouest du Nigéria, les populations de cochenille du manioc ont décliné après les deux premiers lâchers de parasites et sont restées faibles par la suite. Pendant cette même période, les populations des prédateurs indigènes de la cochenille du manioc, principalement des coccinellidés et des hyperparasitoïdes indigènes de *E. lopezi* ont diminué en raison d'une réduction du nombre de proies et d'hôtes respectivement. Les expériences effectuées à l'aide de méthodes d'exclusion physique et chimique ont permis de mieux cerner le degré d'efficacité de *E. lopezi*. Lors de deux expériences effectuées à l'aide de manchons, les populations de cochenille du manioc étaient 7,0 et 2,3 fois plus faibles sur les apex des tiges de manioc infestées artificiellement et recouvertes de manchons ouverts que sur ceux recouverts de manchons fermés qui excluaient les ennemis naturels de cette plante. De façon similaire, les populations de cochenille du manioc étaient plus élevées dans les champs qui avaient reçu un traitement anti-parasitaire que dans ceux où les ennemis naturels n'avaient pas été réprimés (200 par opposition à 10 par apex). Les résultats obtenus sont examinés en fonction de l'applicabilité de la lutte biologique à l'agriculture de subsistance en Afrique.

C'est en mars 1973 que la présence d'une espèce inconnue de cochenille causant de graves dégâts aux cultures de manioc près de Brazzaville au Congo (Sylvestre 1973; Matile-Ferrero 1978) et à Kinshasa au Zaïre (Hahn et Williams 1973) a été signalée pour la première fois. Ce nouveau ravageur s'est ensuite répandu rapidement en Afrique tropicale, causant des pertes estimatives de rendement de 84 % (Herren 1981; Nwanze 1982). En un laps de temps très court, cet insecte est devenu l'un des principaux ravageurs du manioc. Les experts ont fini par établir que la cochenille du manioc était une nouvelle espèce, *Phenacoccus manihoti* (Matile-Ferrero 1977), originaire probablement d'Amérique du Sud.

En 1980, on entreprenait un projet de lutte biologique contre la cochenille du manioc (Herren 1982). En 1981, A.C. Bellotti du Centre international d'agriculture tropicale de Cali, en Colombie, découvrait la région d'origine de la cochenille du manioc au Paraguay. Des travaux de recherche ultérieurs au Paraguay et au Brésil ont permis de découvrir l'existence d'un complexe d'ennemis naturels (Yaseen 1982; Loehr et Varela 1982), y compris le parasitoïde *Epidinocarsis lopezi* (De Santis). Les guêpes ont été mises en quarantaine par l'Institut de contrôle biologique du Commonwealth à Londres et transférées, par l'intermédiaire des services de quarantaine du Nigéria, à l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT) d'Ibadan au Nigéria à des fins d'études biologiques et de reproduction. Ce mode de transfert respectait les directives existantes

1. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

et a été par la suite approuvé par le Conseil phytosanitaire inter-africain de l'Organisation de l'unité africaine. C'est en 1981, sur le terrain des installations de l'IITA, que les premiers lâchers ont eu lieu et ce sont Herren et Lema (1982) qui ont été les premiers à signaler leur acclimatation. Les résultats préliminaires sur la réduction des populations de cochenille du manioc dans les deux champs des lâchers (Herren et Lema 1982; Lema et al. 1983; Lema et Herren 1985) ont été si encourageants qu'ils ont entraîné la mise sur pied du projet pan-africain de lutte biologique (ABC-P). Le présent article examine les activités du Programme ABC-P relatives à *E. lopezi*.

PROPAGATION DE LA COCHENILLE DU MANIOC

Les lâchers et les activités de surveillance de *E. lopezi* ont permis de constater que la cochenille du manioc a continué de se propager dans 27 des 35 pays africains producteurs de manioc (Fig. 1). Selon les quelques observations effectuées ici et là et les relevés existants, la cochenille du manioc se serait propagée à partir de 5 ou 6 foyers d'origine : Congo–Bas-Zaïre, 1973; Shaba (Zaïre), 1976; Gambie–Sénégal, 1976; Nigéria–Bénin, 1979; Kivu (Zaïre), 1982; et probablement, Sierra Leone, 1985. De nos jours, les limites orientales et méridionales de son aire d'extension sont respectivement la Rift Valley au Rwanda (altitude, 1 500 m) et la partie nord de la Zambie. De fortes infestations de cochenille du manioc ont été signalées plus récemment à Malawi et le ravageur s'est peut-être répandu en Tanzanie et au Mozambique. Le long de la côte de l'Afrique orientale, seule la région de Conakry, en Guinée, n'a pas confirmé la présence de la cochenille du manioc.

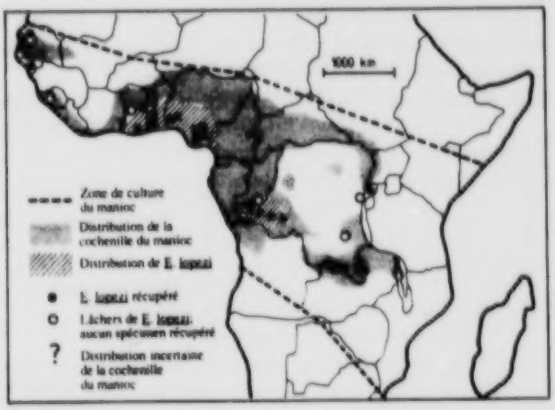


Fig. 1. Distribution de la cochenille du manioc et d'*Epidinocarsis lopezi* en Afrique (Herren et al. 1986).

LÂCHER, ACCLIMATATION ET PROPAGATION DE *E. LOPEZI*

Les premiers lâchers de *E. lopezi* ont été effectués à la fin de 1981 près d'Ibadan au Nigéria et à la fin de 1982 près d'Abeokuta au Nigéria. En mars 1983, *E. lopezi* était présent dans la plupart des champs échantillonnés dans un rayon de 100 km d'Abeokuta et les limites de son aire d'extension était de 170 km au nord du site du lâcher. Sa propagation dans la forêt pluviale a été plus lente. À la fin de 1984, *E. lopezi* a été découvert dans 70,1 % de tous les champs au sud et à l'ouest du fleuve Niger, occupant plus de 200 000 km^2 (Fig 2). Le parasitoïde a été généralement trouvé sur des variétés

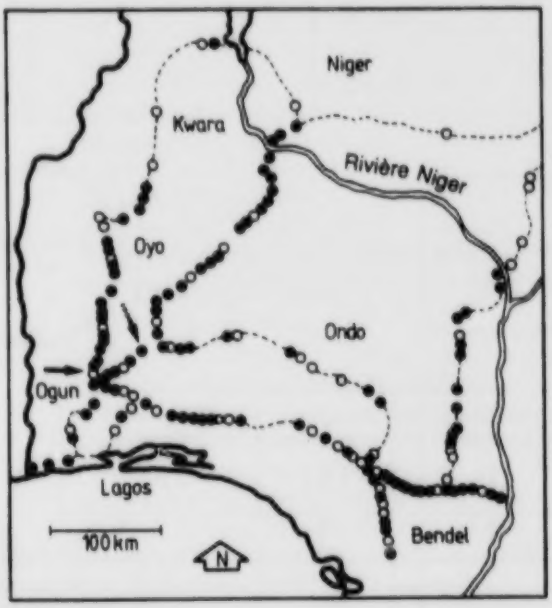


Fig. 2. Distribution d'*Epidinocarsis lopezi* dans le sud-ouest du Nigéria lors du quatrième relevé effectué en décembre 1984. Flèche noire : lâcher près de Abeokuta, novembre 1982; flèche en pointillés : lâchers près de Ibadan, novembre 1981; ●, *E. lopezi* récupéré; ○, découverte de cochenilles du manioc uniquement; pointillés : aucune cochenille du manioc relevée (Neuenschwander et Hammond 1986).

locales de manioc cultivées dans des agrosystèmes traditionnels. Les populations de cochenille du manioc étaient très faibles au nord du fleuve Niger et *E. lopezi* n'a été retrouvé qu'en quelques endroits.

En décembre 1985, plus de 50 lâchers avaient été effectués dans un total de 34 régions (8 000 km^2), dans 12 pays (Fig. 1). Le Congo, la Gambie, le Ghana, la Guinée-Bissau, le Nigéria, le Rwanda, le Sénégal, le Togo, le Zaïre et la Zambie ont signalé que le parasitoïde avait réussi à s'y acclimater, c'est-à-dire que des spécimens avaient été récupérés après la première saison des pluies suivant le lâcher. L'insecte s'est propagé naturellement en Angola, au Bénin et au Cameroun à partir des pays avoisinants où il avait été lâché. Son acclimatation à la suite des lâchers récents au Malawi et au Sierra Leone n'a pas encore été confirmée. *Epidinocarsis lopezi* occupe maintenant un territoire de 650 000 km^2 dans 13 pays (Herren et al. 1986), ce qui en fait l'un des agents de lutte biologique les plus rapides à se propager jamais vu.

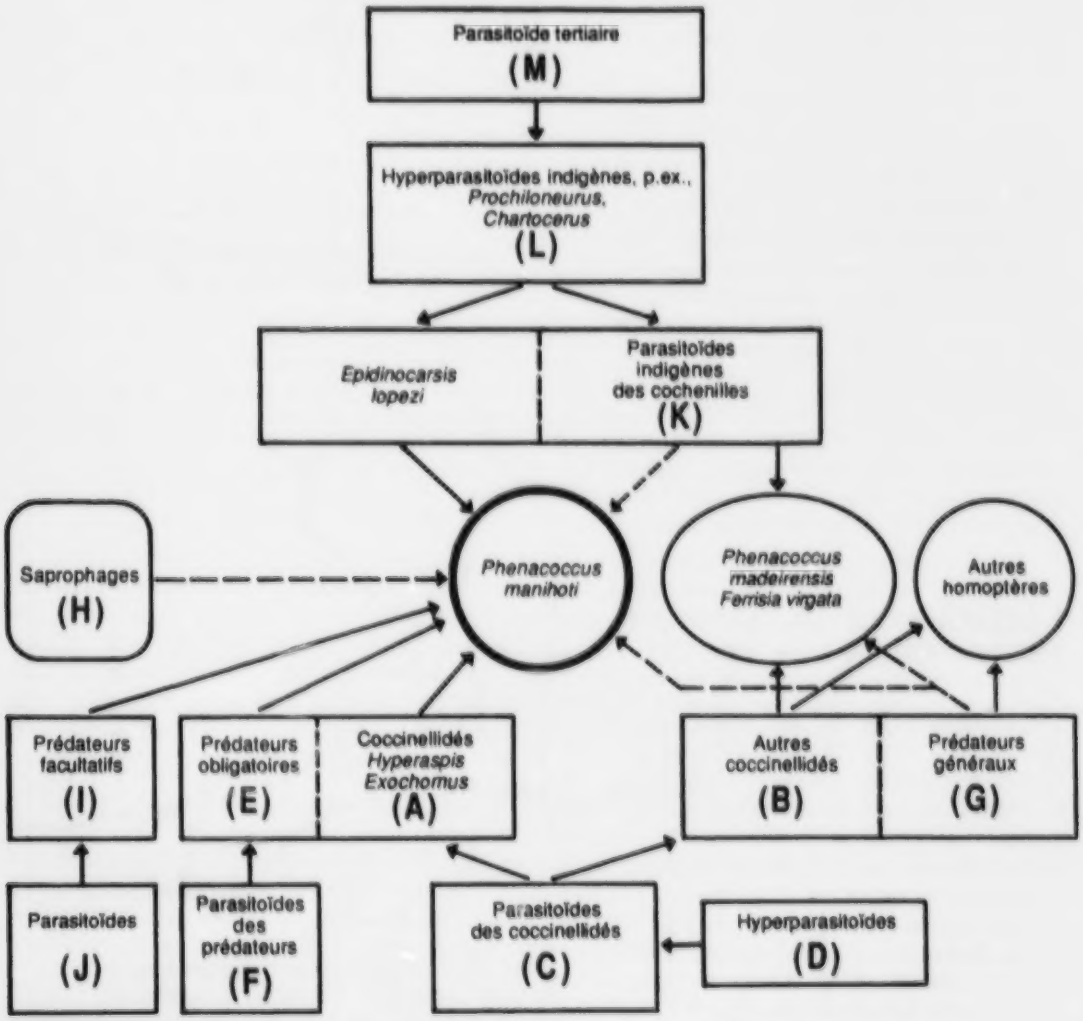


Fig. 3. Principales relations trophiques des insectes associés à la cochenille du manioc en Afrique (guildes A à M) (Neuenschwander, Hennessey et al. 1986).

INSECTES ASSOCIÉS À LA COCHENILLE DU MANIOC ET À *E. LOPEZI*

Avant l'introduction accidentelle de la cochenille du manioc en Afrique, les seuls insectes couramment associés au manioc étaient les sauterelles et les aleurodes. Avec l'arrivée de la cochenille du manioc, la faune arthropode du manioc s'est rapidement multipliée et compliquée (Matile-Ferrero 1977; Fabres et Matile-Ferrero 1980; Akinlosotu et Leuschner 1981; Akinlosotu 1982; Boussienguet 1986). La cochenille du manioc était attaquée, mais non pas réprimée, par divers prédateurs indigènes, principalement des coccinellidés. On trouve rarement des parasitoïdes indigènes de la cochenille du manioc dans la plupart des régions (exception faite du Gabon).

À la suite de l'introduction de *E. lopezi*, les relevés détaillés de la faune du manioc effectués dans 9 pays ont permis d'identifier plus de 130 espèces d'arthropodes associées à la cochenille du manioc, dont seulement une vingtaine étaient répandus (Neuenschwander, Hennessey et al. 1986). Les espèces ont été regroupées en 11 guildes en fonction de leurs habitudes alimentaires (Fig. 3).

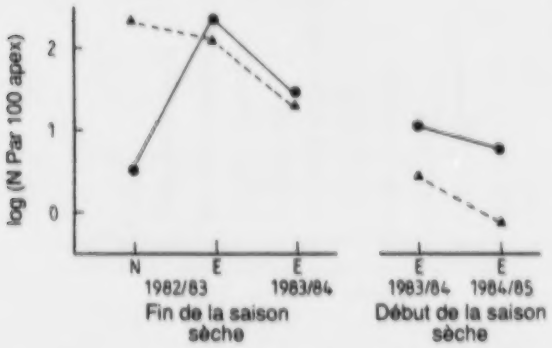


Fig. 4. Nombre estimatif (N) de parasitoïdes (●—●) et de prédateurs (▲ - - - ▲) de la cochenille du manioc par 100 apex choisis au hasard dans des champs du sud-ouest du Nigéria, de mars 1983 (fin de la saison sèche) à décembre 1984 (début de la saison sèche). N : *Epidinocarsis lopezi* faiblement acclimaté; E : *E. lopezi* largement acclimaté (Neuenschwander et Hammond 1986).

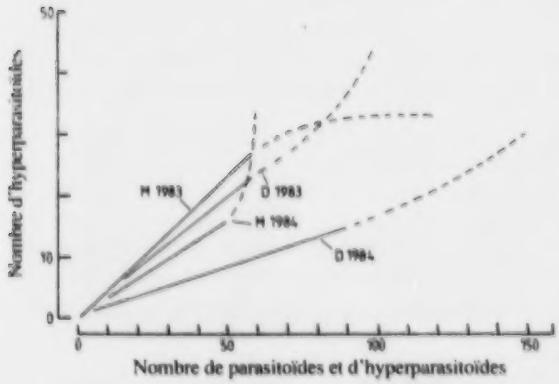


Fig. 5. Régression entre le nombre de cochenilles parasitées et les hyperparasitoïdes élevés à partir d'échantillons prélevés chez 10 apex en grappes par champ, provenant de quatre relevés effectués dans le sud-ouest du Nigéria. M. : mars; D : décembre; ligne pleine, régression linéaire; ligne pointillée : extrémité de la régression sur le quadrat (Neuenschwander et Hammond 1986).

Une analyse quantitative de l'évolution de l'action de ces ennemis naturels à la suite de l'introduction de *E. lopezi* a été effectuée dans le cadre de quatre relevés globaux dans le sud-ouest du Nigéria (Neuenschwander et Hammond 1986). L'abondance des prédateurs indigènes qui constituaient 98,4 % de tous les insectes capturés avant l'introduction de la guêpe exotique, est passée de 190 à 0,3 par 100 apex de manioc cueillis au hasard (Fig. 4). Cette diminution s'explique par une réduction du nombre de proies (cochenille du manioc) sur le manioc. Peu après son introduction, *E. lopezi* (et ses hyperparasitoïdes) constituait déjà 61,5 % de tous les insectes associés. Les parasitoïdes étaient encore plus présents au début de la saison sèche, constituant 84–86 % de tous les insectes.

Une dizaine d'hyperparasitoïdes africains se sont attaqués à *E. lopezi* sur le terrain. Ce sont diverses espèces d'*Anagyrus* et d'autres parasitoïdes primaires de cochenilles apparentées. Lors de chaque relevé, leur densité s'est avérée être fonction des populations de *E. lopezi* (Fig. 5). En règle générale, l'hyperparasitisme est passé de 41,2 % en mars 1983 à 16,9 % en décembre 1984. Malgré la présence de ces hyperparasitoïdes, la fréquence des apex de manioc très détériorés est passée de 78–94 % en 1983 à 27 % en décembre 1984.

EFFICACITÉ DE *E. LOPEZI*

À la suite de l'introduction de cette guêpe exotique, les populations de cochenille du manioc à l'IITA ont fléchi en premier lieu dans le champ où a eu lieu le lâcher et, par la suite, dans le champ témoin où *E. lopezi* s'est propagé naturellement (Herren et Lema 1982). Le même phénomène a été observé un an après un lâcher dans un deuxième champ près d'Abeokuta (Lema et al. 1983). Fait encore plus important, les populations de cochenille du manioc sont restées faibles par la suite (Fig. 6), tout comme l'ont permis de constater les relevés à grande échelle effectués un an après le lâcher (Neuenschwander et Hammond 1986).

L'efficacité du parasitoïde exotique a été estimée à partir d'expériences d'exclusion (Hodek et al. 1972; Kiritani et Dempster 1973; van Lenteren 1980). Deux types d'expériences ont été effectuées à l'IITA (Neuenschwander, Schulthess et al. 1986). Lors d'une expérience effectuée à la fin de la saison sèche de 1983–1984, les chercheurs ont découvert que les populations de cochenille du manioc étaient 7 fois plus faibles sur les apex de manioc recouverts de manchons ouverts et infestés artificiellement que sur ceux recouverts de manchons fermés, les premiers donnant libre accès aux ennemis naturels contrairement aux seconds (Fig. 7). Lors de la répétition de cette expérience au début de la saison sèche suivante, l'écart entre les deux types de manchons était de 2,3, différence attribuable exclusivement à la présence de *E. lopezi*. De façon similaire, les populations de cochenille du manioc dans un champ infesté artificiellement étaient plus élevées dans la partie qui avait été traitée à 13 reprises avec du carbaryl, un insecticide sélectif qui a tué plus de parasitoïdes que de cochenilles du manioc, que dans la partie où *E. lopezi* a atteint des taux de parasitisme élevés (200 contre 10 par apex) (Fig. 8).

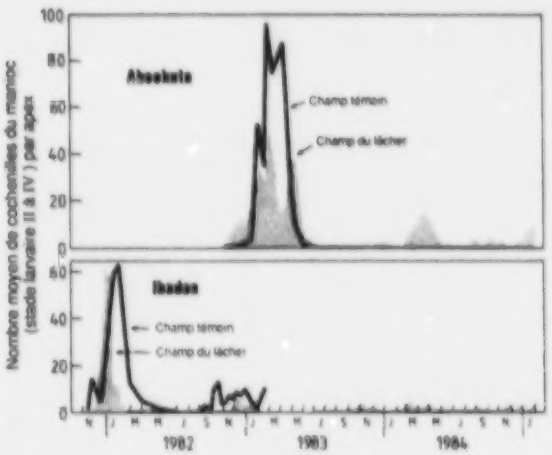


Fig. 6. Impact du lâcher d'*Epidinocarsis lopezi* dans des champs de manioc sur les populations de cochenille de 1981 à 1984, à Ibadan et Abeokuta, Nigéria.

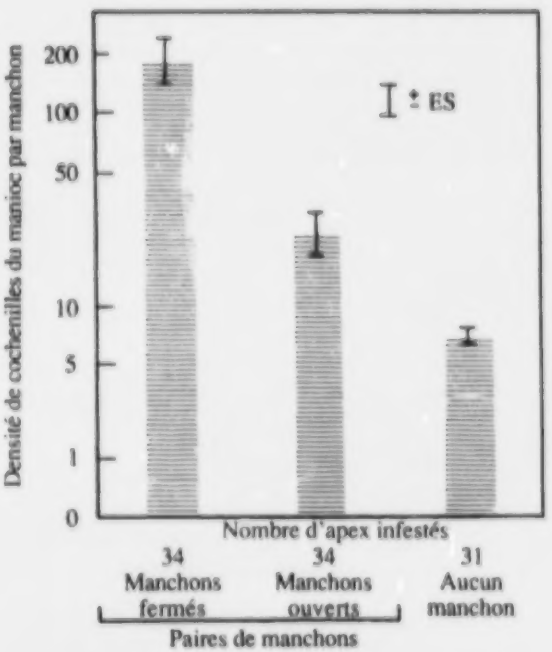


Fig. 7. Populations de cochenille du manioc deux mois et demi après l'infestation dans des manchons fermés, ouverts et d'un échantillon d'apex infestés sans manchon pris au hasard (Neuenschwander, Schulthess et al. 1986).

DISCUSSION

Les données démontrent que *E. lopezi* est capable de maintenir les populations de cochenille du manioc pendant la majeure partie de la saison sèche au faible niveau qu'elles ont généralement au début de cette saison. Tous les résultats se rapportant à l'efficacité ont été obtenus

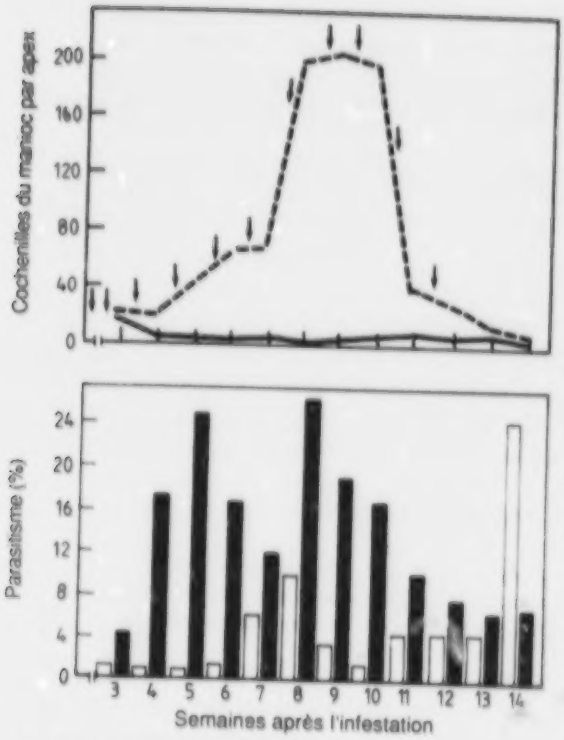


Fig. 8. Développement de la population de cochenille du manioc dans des parcelles traitées à l'insecticide (lignes pointillées) et non traitées (lignes pleines) ainsi que les taux correspondants de parasitisme d'*Epidinocarsis lopezi*. Les flèches indiquent l'application d'insecticides (pulvérisation). □, pulvérisé; ■, non pulvérisé (Neuenschwander, Schulthess et al. 1986).

dans les zones de transition et de savane guinéenne du sud-ouest du Nigéria. Des résultats similaires ont été récemment observés au Bas-Zaïre (R.D. Hennessey, communication personnelle), au Ghana (P. Nuenschwander et W.N.O. Hammond, inédit) et dans la vallée de Luapula en Zambie (C. Klinnert, communication personnelle). Il faudrait cependant obtenir davantage de données plus précises pour prouver l'efficacité de *E. lopezi* dans ses différentes zones écologiques d'acclimatation (de la savane soudanaise au Sénégal à la forêt pluviale du Zaïre aux hautes terres de l'Afrique de l'Est).

L'efficacité de *E. lopezi* s'explique en partie par son cycle évolutif et biologique. Cette guêpe a un cycle évolutif d'une durée légèrement inférieure à la moitié de celle de son hôte (Lema et Herren 1981). *E. lopezi*, outre les dégâts mortels qu'il inflige à son hôte par ses activités de reproduction (momification), détruit également son hôte en le dévorant et en le mutilant (Nuenschwander et Madojemu 1986). Cette espèce entretient avec son hôte une relation dépendante de la densité (R.D. Hennessey, communication personnelle; W.N.O. Hammond et P. Neuenschwander, inédit). Cette relation est généralement considérée comme caractéristique d'un parasitoïde efficace. Bien que certains degrés d'encapsulation et de mélanisation aient été observés lors de la dissection de cochenilles du manioc parasitées, ce phénomène ne semble pas réduire l'efficacité de *E. lopezi* (Sullivan et Neuenschwander 1984). Des études des tables de mortalité à des températures différentes ont été entreprises (B. Loehr et A.M. Varela, inédit), mais il faudra obtenir davantage de données sur la biologie et l'écologie de *E. lopezi* pour élaborer le modèle prévu de simulation du troisième niveau trophique.

Malgré le manque de données, l'actuel programme de lutte biologique semble être fructueux, au moins dans la zone de transition de la végétation. Comme dans le cas de tous les programmes de lutte biologique classique, les avantages de l'acclimatation à la suite d'un lâcher unique de parasitoïdes s'accroissent avec les années. Le parasitoïde n'a pas besoin d'un service de vulgarisation compliqué et est avantageux pour les petits et les grands exploitants agricoles. La lutte biologique semble plus indiquée, car les exploitants de subsistance n'ont souvent pas les moyens d'entreprendre une lutte chimique (matériel, insecticides, argent, eau). Il faudrait donc mettre cette solution de l'avant, même si elle permet de ne réprimer que partiellement le ravageur.

BIBLIOGRAPHIE

Akinlosotu, T.A. 1982. Report of investigations on the green spider mite (*Mononychellus tanajoa*) and the cassava mealybug (*Phenacoccus manihoti*) at the Institute of Agricultural Research and Training, Ibadan, Nigeria. *In* Proceedings of the international workshop on control of cassava mealybug and green spider mite, Umudike, Nigeria, March 1982. Institut international d'agriculture tropicale. Ibadan, Nigéria. p. 40-46.

Akinlosotu, T.A., Leuschner, K. 1981. Outbreak of two new cassava pests (*Mononychellus tanajoa* and *Phenacoccus manihoti*) in southwestern Nigeria. Tropical Pest Management, 27, 247-250.

Boussienguet, J. 1986. Le complexe entomophage de la cochenille du manioc. *Phenacoccus manihoti* (Hom. Coccoidea Pseudococcidae) au Gabon : I — inventaire faunistique et relations trophiques. Annales de la Société entomologique de France. 22. 35-44.

Fabres, G., Matile-Ferrero, D. 1980. Les entomophages inféodés à la cochenille de manioc, *Phenacoccus manihoti* (Hom. Coccoidea Pseudococcidae) en République populaire du Congo : I — les composantes de l'entomocoenose et leurs inter-relations. Annales de la Société entomologique de France. 16, 509-515.

Hahn, S.K., Williams, R.J. 1973. Investigations on cassava in the Republic of Zaire. Rapport au ministre de l'Agriculture de la République du Zaïre. Kinshasa, Zaïre. 12 p.

Herren, H.R. 1981. Lutte biologique contre la cochenille du manioc. *In* Terry, E.R., Oduro K.A. et Caveness F., éd. Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale d'agriculture tropicale — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 85-86.

____ 1982. Cassava mealybug: an example of international collaboration. Biocontrol News and Information (Commonwealth Agricultural Bureaux), 3, 1.

Herren, H.R., Lema, K.M. 1982. CMB — first successful releases. Biocontrol News and Information (Commonwealth Agricultural Bureaux) 3, 185.

Herren, H.R., Neuenschwander, P., Hennessey, R.D., Hammond, W.N.O. 1986. Introduction and dispersal of *Epidinocarsis lopezi* (Hym., Encyrtidae), an exotic parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hom., Pseudococcidae), in Africa. Inédit (présenté à l'Agricultural Ecosystems and Environments).

Hodek, I., Hagen, K.S., van Emden, H.F. 1972. Methods for studying effectiveness of natural enemies. *In* van Emden, H.F., éd., Aphid technology: Academic Press Inc. Ltd, Londres, Royaume-Uni. p. 147-188.

Kiritani K., Dempster, J.P. 1973. Different approaches to the quantitative evaluation of natural enemies. Journal of Applied Ecology, 10, 323-330.

Lema, K.M., Herren, H.R. 1981. Temperature relationships of two imported natural enemies of CM. *In* Annual report. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 56-57.

____ 1985. Release and establishment in Nigeria of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 38, 171-175.

Lema, K.M., Herren, H.R., Neuenschwander, P. 1983. Impact of *Epidinocarsis lopezi* on the CM. *In* Annual report. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 119-120.

Loehr. B., Varela, A.M. 1982. The cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr., in Paraguay: further information on occurrence and population dynamics of the pest and its natural enemies. *In* Hennessey, R.D., Herren, H.R., Bitterli, R., éd., Proceedings of a workshop on the biological control of the cassava mealybug and green spider mites in Africa, Ibadan, Nigeria, 6-10 December 1982. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Matile-Ferrero, D. 1977. Une cochenille nouvelle nuisible au manioc en Afrique équatoriale, *Phenacoccus manihotin*. sp. (Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae). Annales de la Société entomologique de France, 13, 145-152.

____ 1978. Cassava mealybug in the People's Republic of the Congo. *In* Nwanze, K.F., Leuschner, K., éd., Proceedings of the international workshop on the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Pseudococcidae), 26-29 June 1977, M'vuazi, Zaïre. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 29-46.

Neuenschwander, P., Hammond, W.N.O. 1986. The evolution of natural enemy activity following the introduction of the parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (Hym., Encyrtidae), against the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hom., Pseudococcidae), in southwestern Nigeria. Inédit (présenté à l'Environmental Entomology)

Neuenschwander, P., Hennessey, R.D., Herren, H.R. 1986. Food web of insects associated with the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: Pseudococcidae), and its introduced parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (Hymenoptera: Encyrtidae), in Africa. Inédit (présenté au Bulletin of Entomological Research).

Neuenschwander, P., Madojemu, E., 1986. Mortality of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Hom. Pseudococcidae), associated with an attack by *Epidinocarsis lopezi* (Hym. Encyrtidae). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 59 (sous presse).

Neuenschwander P., Schulthess, F., Madojemu E. 1986. Experimental evaluation of the efficiency of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid introduced into Africa against the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 42 (sous presse).

Nwanze, K.F. 1982. Relationships between cassava root yields and infestations by the mealybug, *Phenacoccus manihoti*. Tropical Pest Management, 28, 27-32.

Sullivan, D., Neuenschwander, P. 1984. Melanization: the mealybug defends itself. *In* Annual report. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 127-129.

Sylvestre, P. 1973. Aspects agronomiques de la production du manioc à la ferme d'État de Mantsumba (Rép. pop. Congo). Institut de recherches agronomiques tropicales et de cultures vivrières. Paris, France. Rapport de mission, 35 p.

van Lenteren, J.C. 1980. Evaluation of control capabilities of natural enemies: does art have to become science? Netherlands Journal of Zoology, 30, 369-381.

Yaseen, M. 1982. Exploration for *Phenacoccus manihoti* and *Mononychellus tanajoa* natural enemies: the challenge, the achievements. *In* Hennessey, R.D., Herren, H.R., Bitterli, R., éd., Proceedings of a workshop on the biological control of the cassava mealybug and green spider mites in Africa, Ibadan, Nigeria, 6-10 December 1982. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

EFFETS DES MÉTHODES CULTURALES SUR LA MOSAÏQUE AFRICAINE DU MANIOC ET SON VECTEUR, *BEMISIA TABACI*

G.W. Otim-Nape et D. Ingoot[1]

Les effets de l'espacement, de l'époque de plantation et du nombre de pousses de manioc sur la fréquence d'apparition et la gravité de la mosaïque africaine du manioc ont été étudiés dans le cadre de deux expériences en parcelles subdivisées. Du quatrième au quatorzième mois après la plantation, la température du couvert végétal du manioc, l'humidité relative, les niveaux des populations d'aleurode (*Bemesia tabaci*) ainsi que la fréquence d'apparition et la gravité de la mosaïque africaine du manioc ont été mesurés et notés deux fois par mois. La température du couvert augmentait de façon significative avec l'accroissement de l'espacement, mais l'humidité relative n'était modifiée par aucun traitement. Les populations d'aleurode et la fréquence d'apparition et la gravité de la maladie augmentaient proportionnellement à l'échelonnement de la plantation et atteignaient un niveau maximal chez les pieds de manioc plantés en août. Les fréquences d'apparition de la maladie augmentaient également avec l'accroissement de l'espacement et diminuaient de façon significative proportionnellement à l'augmentation du nombre de pousses de manioc par peuplement. Les effets des traitements sur la mosaïque africaine du manioc sont examinés.

La mosaïque africaine du manioc, qui a été signalée pour la première fois par Walburg en 1894 (Lozano et Booth 1976), sévit partout dans l'est, l'ouest et le centre de l'Afrique et les îles adjacentes (Storey 1936; Storey et Nichols 1938; Chant 1959; Jennings 1960, 1970), causant des pertes de rendement allant de 20 à 90 % (Chant 1959; Jennings 1960; Doku 1965; Beck 1971; Bock et Guthrie 1978). L'épidémiologie de la maladie est peu connue, notamment ses méthodes de répression. En 1983, deux expériences ont été entreprises pour déterminer les effets de l'espacement, de l'époque de plantation et du nombre de pousses de manioc sur les populations d'aleurode, la fréquence d'apparition et la gravité de la maladie.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel de plantation utilisé dans le cadre de cette étude provenait d'une tige de manioc exempte de maladie (cv. Ebwanateraka). Les deux expériences ont été effectuées selon un plan en parcelles subdivisées à quatre répétitions.

Dans le cadre de l'expérience I, les dates de plantation (parcelles principales) étaient le 8 avril, le 8 juin, le 8 août, le 8 octobre et le 8 décembre 1983. Les espacements utilisés (sous-parcelles) étaient de 200 x 100, 75 x 75, 75 x 50 et 50 x 50 cm, l'espacement actuellement recommandé de 100 x 100 cm servant de parcelle témoin. Ces espacements donnaient des densités de plantation respectives de 5 000, de 17 778, 26 667, 40 000 et 10 000 plants/ha. Chaque parcelle principale avait une superficie de 28 x 5 m et était divisée en cinq sous-parcelles de 4 x 5 m; les sous-parcelles étaient séparées de 2 m et les parcelles principales de 3 m.

Lors de l'expérience II (essai d'espacement des pousses), les parcelles principales étaient espacées de 50 x 50, 50 x 75, 75 x 75 et 100 x 100 cm et trois types de pousses (simple [SS], double

1. Station de recherche agricole de Serere, Soroti, Ouganda.

[DS] et multiple [MS] par peuplement) étaient plantées dans les sous-parcelles. Chaque parcelle principale était de 18 x 5 m et était subdivisée en trois sous-parcelles de 6 x 5 m; les sous-parcelles étaient espacées de 2 m et les parcelles principales de 3 m. La plantation a eu lieu le 23 septembre 1983.

Lors des deux expériences, des fragments de tige de 30 cm de longueur ont été plantés horizontalement dans des lits de germination à plat, convenablement préparés. Les observations de la mosaïque africaine du manioc ont été effectuées deux fois par mois du quatrième au quatorzième mois après la plantation. La fréquence d'apparition de la maladie a été consignée en pourcentage du nombre de plants infectés, tandis que la gravité a été estimée à partir de 20 plants choisis au hasard par parcelle sur une échelle de 0 à 5 dans laquelle 0 indiquait l'absence de symptômes et 5 de très graves symptômes.

Les effets du traitement sur la température du microclimat du couvert végétal (sous le couvert) et sur l'humidité relative ont été évalués en même temps que les paramètres de la maladie. À des fins d'analyses statistiques, nous nous sommes servis de l'arc sinus des notes moyennes attribuées à la maladie (fréquence d'apparition et gravité) et des mesures de l'humidité relative et de la racine carrée des températures.

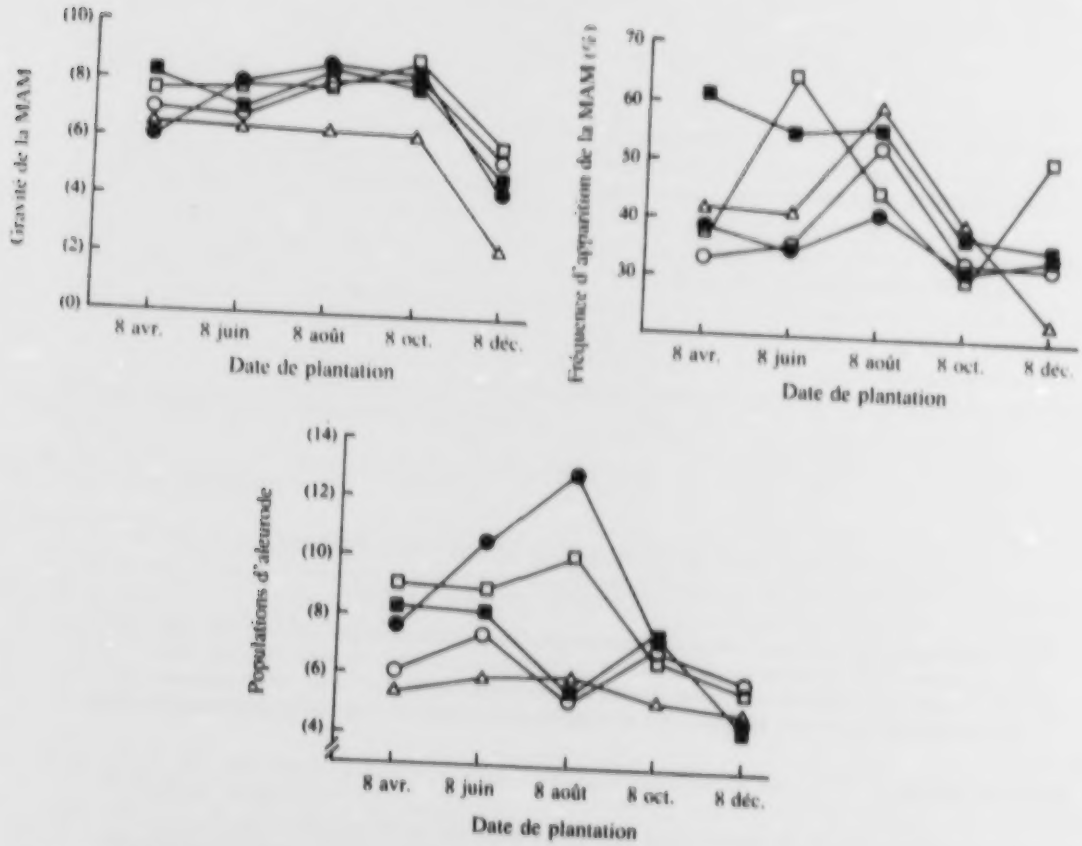


Fig. 1. Effets de l'époque et de la densité de plantation (plants de manioc/ha : △, 5 000; ○, 10 000; □, 17 778; ■, 26 667; ●, 40 000; pour connaître les espacements équivalents, voir le texte) sur la gravité et la fréquence d'apparition de la mosaïque africaine du manioc (MAM) et sur les populations d'aleurode. Les chiffres entre parenthèses sont des arcs sinus.

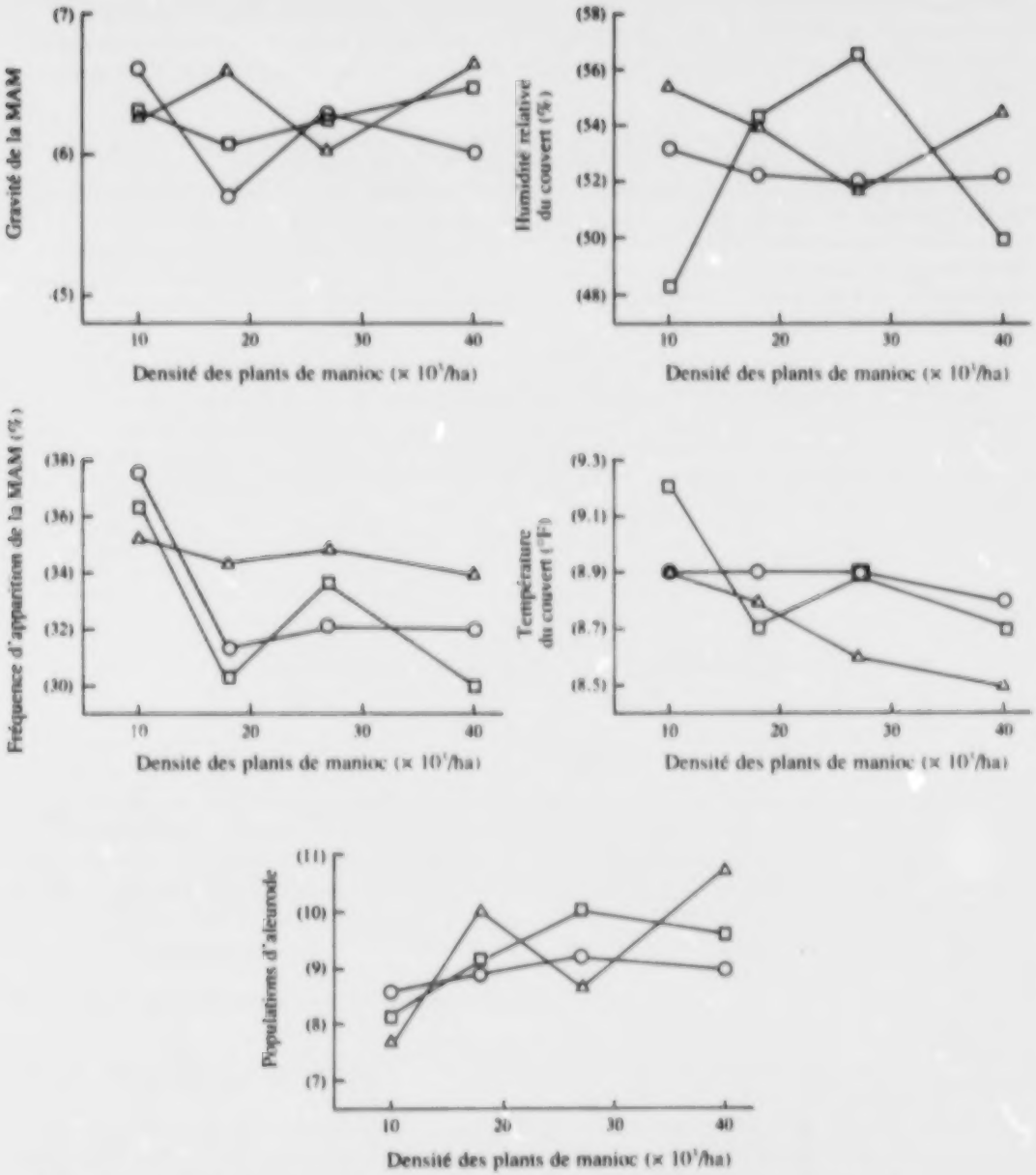


Fig. 2. Effets de la densité de plantation (voir le texte pour connaître les espacements équivalents) et du nombre de pousses par plant (△, pousse simple; ○, pousse double; □, pousses multiples) sur la gravité et la fréquence d'apparition de la mosaïque africaine du manioc, sur le microclimat du couvert (humidité relative et température) et sur les populations d'aleurode. Les chiffres entre parenthèses sont des arcs sinus, sauf ceux sur la température qui sont des racines carrées (t°F = [5(t − 32)/9]°C).

RÉSULTATS

EXPÉRIENCE I

Les populations d'aleurode, la gravité et la fréquence d'apparition de la mosaïque africaine du manioc ont toutes augmenté dans les parcelles à plantation décalée, atteignant des valeurs maximales chez celles du mois d'août. Toutefois, ces trois paramètres ont décliné par la suite, atteignant des valeurs minimales dans le traitement planté en décembre (Fig. 1). L'époque de

plantation n'avait aucune influence sur l'humidité relative et la température sous le couvert (aucun résultat).

EXPÉRIENCE II

Les populations d'aleurode ont diminué de façon significative proportionnellement à une diminution de la densité de plantation (augmentation de l'espacement), atteignant un seuil minimal à 10 000 plants/ha (100 x 100 cm). Cette réaction était corrélée négativement à l'effet de la température (r = -0,65). La température du couvert a augmenté de façon significative à mesure que la densité de plantation diminuait. Les températures maximales ont été enregistrées à 10 000 plants/ha (espacement de 100 x 100 cm). La fréquence d'apparition de la maladie augmentait de façon significative à mesure que diminuait la densité de plantation, tout comme la température du couvert. La densité de plantation n'avait aucun effet sur la gravité de la maladie ou sur l'humidité relative du couvert (Fig. 2).

Le nombre de pousses par plant ne semblait affecter que la fréquence d'apparition de la maladie et les populations d'aleurode; la gravité de la maladie et le microclimat du couvert ne semblaient pas touchés (Fig. 2). Un nombre accru de pousses par plant réduisait les populations d'aleurode, mais non pas de façon significative. La fréquence d'apparition de la maladie diminuait de façon significative lorsqu'augmentait le nombre de pousses par plant. En ce qui a trait à la fréquence d'apparition de la maladie, nous avons observé une forte interaction positive entre l'espacement et le nombre de pousses par plant.

DISCUSSION

Les aleurodes se multiplient et se développent plus rapidement sous un climat frais et moins humide. C'est pourquoi des augmentations des populations d'aleurode ont pu être observées lorsque la densité de plantation augmentait, réduisant la température du couvert. Cette relation explique également pourquoi les populations d'aleurode étaient plus élevées chez le manioc planté en août, un mois plus frais et plus sec. Les conditions plus chaudes et très sèches qui prévalent plus tard dans l'année ne favorisent pas la multiplication des aleurodes. De façon similaire, Bock et Guthrie (1978) ont observé que les populations d'aleurode étaient élevées juste avant le début de la saison des pluies et faibles pendant le reste de l'année. Leuschner (1978) a toutefois observé une plus faible fréquence d'apparition de la mosaïque africaine du manioc et une réduction des populations d'aleurode en août. Ce phénomène s'explique probablement par les différences des conditions écologiques locales.

REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier le personnel du Uganda National Root Crops Improvement Programme de leur collaboration lors de ces essais. Nous sommes très reconnaissants au Centre de recherches pour le développement international d'Ottawa au Canada de son aide financière. Cet article est publié avec la permission du Commissaire à l'agriculture de l'Ouganda.

BIBLIOGRAPHIE

Beck, B.D.A. 1971. The breeding goals in cassava breeding programmes in West Africa. The Ford Foundation, Lagos, Nigéria 5 p.

Bock, K.R., Guthrie, E.J. 1978. African mosaic disease in Kenya. *In* Brekelbam, T., Belloti, A., Lozano, J.C. éd., Proceedings of the cassava protection workshop, 7-12 November 1977, Cali, Colombia. Centre international d'agriculture tropicale, Cali, Colombie. Série CIAT CE-14.

Chant, S.R. 1959. A note on the inactivation of mosaic virus in cassava (*Manihot utilissima* Pohl) by heat treatment. Empire Journal of Experimental Agriculture, 27, 55-58.

Doku, E.V. 1965. Breeding for yield in cassava: I — indices for yield. Ghana Journal of Science, 5, 42-59.

Jennings, D.L. 1960. Observation on virus diseases of cassava in resistant and susceptible varieties: I — mosaic disease. Empire Journal of Experimental Agriculture, 28, 23-24.

____ 1970. Cassava in Africa. Field Crops Abstract. 23, 271-277.

Leuschner, K. 1978. Whiteflies : biology and transmission of African mosaic disease. *In* Brekelbam, T., Belloti, A., Lozano, J.C., éd., Proceedings of the cassava protection workshop, 7-12 November 1977, Cali, Colombia. Centre international d'agriculture tropicale, Cali., Colombie. Série CIAT CE-14.

Lozano, J.C., Booth, R.H. 1976. Disease of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Centre international d'agriculture tropicale, Cali, Colombie. Série CIAT DE-5.

Storey, H.H. 1936. Virus diseases of East African plants — VI. East African Agricultural Journal. 2, 34.

Storey, H.H., Nichols, R.F.W. 1938. Studies on the mosaic disease of cassava. Annals of Applied Biology, 25, 790-806.

STRATÉGIES DE SÉLECTION DE VARIÉTÉS RÉSISTANTES AUX PRINCIPALES MALADIES DU PROGRAMME NATIONAL MANIOC (PRONAM) DU ZAÏRE

A. Muimba-Kankolongo, G. Muyolo, N.M. Mahungu et S.J. Pandey[1]

La vulnérabilité des variétés locales de manioc aux maladies est l'un des principaux facteurs limitant les rendements de cette culture au Zaïre. La flétrissure bactérienne, la mosaïque et l'anthracnose sont parmi les maladies les plus dévastatrices. La résistance est certainement la méthode de lutte la plus efficace et la plus pratique contre ces maladies. Les diverses stratégies et méthodes de sélection pour la résistance à ces maladies du Programme national manioc (PRONAM) sont examinées. Le PRONAM a obtenu certaines variétés assez résistantes et à rendement élevé dont la culture est recommandée aux agriculteurs.

Au Zaïre, le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est la culture vivrière la plus importante, plantée sur environ 50 % des terres arables. Ses racines tubéreuses, consommées principalement sous forme de chicouangue et de foufou, comblent les besoins énergétiques de près de 70 % de la population. Ses feuilles sont consommées comme légume par les familles à faibles revenus pour lesquelles elles sont la principale source de protéines et de sels minéraux. Malheureusement, le manioc est victime de nombreuses maladies au Zaïre, la flétrissure bactérienne, la mosaïque et l'anthracnose étant les plus dévastatrices.

La flétrissure bactérienne, causée par *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* entraîne souvent des pertes considérables, parfois totales, des rendements en tubercules, en matière sèche, en feuilles et en matériel de plantation (Lozano et Sequeira 1974; Obigbesan et Matuluko 1977; Terry 1977). Les proportions épidémiques de cette maladie et la disette concomitante des années 60 au Zaïre sont à l'origine de la création du Programme national manioc (PRONAM) en 1974.

La mosaïque, quant à elle, est endémique dans toutes les zones productrices de manioc (Hahn 1979) où elle cause des pertes de rendement variant de 20 à 95 % (Beck et Chant 1958). La maladie est propagée par un aleurode *Bemisia tabaci* et par des boutures malades.

L'anthracnose, qui est une maladie non systémique, provient de la colonisation par *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *manihotis* des lésions produites sur les tiges par un insecte suceur *Pseudothersaptus devastans* Dist. (Muimba 1982). Cette maladie, qui s'aggrave quand elle est associée à la flétrissure bactérienne (Muyolo 1984), affecte la qualité du matériel de plantation et la germination des boutures (CIAT 1977; Makambila 1979).

Les objectifs du PRONAM comprennent l'obtention de variétés de manioc résistantes à ces maladies et à rendement élevé, dont les qualités organoleptiques des produits de transformation sont acceptables. Cet article retrace les stratégies et les méthodes de sélection de variétés résistantes utilisées par le PRONAM.

1. Programme national manioc (PRONAM), Kinshasa, Zaïre.

MÉTHODES DE SÉLECTION POUR LA RÉSISTANCE

La sélection pour la résistance à la flétrissure bactérienne commence par l'obtention de collections d'isolats de l'agent pathogène de différentes régions du pays. Après des épreuves de pathogénicité, les isolats les plus virulents sont conservés et régulièrement utilisés pour des inoculations artificielles. À cet effet, les parties vertes de tiges de plants de manioc sont inoculées par injection d'une suspension des cellules bactériennes. Les feuilles sont inoculées par infiltration, méthode qui consiste à les frotter avec des morceaux d'éponge et de papier rugueux préalablement trempés dans une suspension bactérienne et tenus par des pinces (PRONAM 1978). L'évaluation des clones testés est basée sur une échelle allant de 1 à 5, où 1 = résistance apparente au champ et 5 = arrêt de la croissance apicale des plants suivi d'un dépérissement généralisé (PRONAM 1975).

La sélection pour la résistance à la mosaïque est effectuée par l'étêtage des plants car ce procédé favorise la propagation de cette maladie (PRONAM 1977, 1978). L'évaluation des clones testés est basée sur une échelle allant de 1 à 5, où 1 = résistance apparente au champ et 5 = mosaïque grave avec diminution significative de la surface foliaire (PRONAM 1975).

Notre méthode d'évaluation de l'anthracnose, quant à elle, repose sur le taux d'infection naturelle, car il est très difficile de reproduire ses symptômes caractéristiques par inoculation artificielle. Elle a été adaptée aux conditions du Zaïre. Cette nouvelle méthode (Tableau 1) prend en compte l'action de *P. devastans* sur l'étiologie de l'anthracnose et les effets de l'infection combinée flétrissure bactérienne–anthracnose sur la gravité des symptômes. Les essais de sélection *in vitro* consistent à inoculer des portions des tiges vertes, préalablement piquées avec une aiguille chauffée au rouge, avec des pastilles gélosées du mycélium de l'agent pathogène. Les résultats obtenus sont comparés aux observations sur l'agressivité des chancres au champ avant l'élimination éventuelle des clones (PRONAM 1985).

Seuls les clones ayant obtenu des cotes de 1 à 3 pour la flétrissure bactérienne et la mosaïque et de 0 à 3 pour l'anthracnose sont jugés résistants et font l'objet d'essais plus poussés.

STRATÉGIES DE SÉLECTION POUR LA RÉSISTANCE

À l'heure actuelle, trois stations du PRONAM (à M'vuazi au Bas-Zaïre, à Kiyaka au Bandundu, et à Gandajika au Kasaï-Oriental) travaillent activement à la sélection de variétés résistantes. Le programme devrait s'étendre aux régions forestières équatoriales, au Haut-Zaïre et aux régions montagneuses de Kivu. Dans les stations principales susmentionnées, la sélection commence dans les vergers à graines exotiques et locales (40 000–100 000 graines). Les graines locales sont recueillies dans des champs isolés où poussent des parents locaux et des plantes exotiques sélectionnées soumis à la pollinisation libre et à des croisements contrôlés (PRONAM 1975, 1977). Le processus de sélection se poursuit alors selon un calendrier adapté aux besoins du programme.

Les vergers à graines et les échantillons utilisés pour les tests clonaux et les essais d'évaluation préliminaire de rendement sont systématiquement inoculés avec l'agent pathogène de la flétrissure bactérienne au plus tard 2 mois après la plantation, pendant les fortes pluies de novembre ou décembre (PRONAM 1978). Les plants sont étêtés 6 mois plus tard, au début de la saison sèche, lorsque les populations d'aleurode sont élevées (PRONAM 1978). L'évaluation de la gravité de la flétrissure bactérienne et de la mosaïque est faite 2 mois après l'étêtage et celle de l'anthracnose, environ 6 mois après la plantation, lorsque plusieurs chancres sont visibles sur les tiges.

À partir d'essais uniformes de rendement, la résistance des clones sélectionnés pour les essais multilocaux est ré-évaluée par inoculation artificielle et étêtage dans les parcelles expérimentales de la Section de phytopathologie (PRONAM). Des recommandations sont alors formulées au sélectionneur avant le début de la multiplication à grande échelle et la propagation des clones jugés résistants. Au niveau de l'agriculteur, les champs de démonstration et de propagation sont

Tableau 1. Nouvelle échelle proposée pour l'évaluation de l'anthracnose du manioc.

Classe de gravité	Symptômes caractéristiques
0	Aucun symptôme apparent sur la plante.
1	Présence de lésions nécrotiques non encore colonisées sur les portions vertes de la plante causées par des piqûres d'insectes suceurs. Fléchissement des pétioles à leurs points d'insertion sur la tige et distorsion des parties apicales.
2	Présence de chancres superficiels ovales sur les parties vertes et/ou aoûtées de la tige; leur couleur varie du brun au noirâtre ou blanchâtre à la suite de la colonisation par le cryptogame de l'anthracnose.
3	Présence sur les parties vertes et/ou aoûtées de longues bandes superficielles humides ou de nombreux chancres profonds qui sont colonisés, souvent accompagnés d'un exsudat de gomme. Nécrose des feuilles et légère défoliation.
4	Présence des chancres colonisés sous forme de fissures sur les parties vertes et/ou aoûtées de la plante; défoliation grave.
5	Dépérissement terminal des plantes.

Source : PRONAM (1985).

Tableau 2. Réaction des meilleures variétés sélectionnées par le PRONAM aux principales maladies du manioc.

Variété	Gravité des maladies[a]		
	Mosaïque	Flétrissure bactérienne	Anthracnose
M'vuazi			
Kinuani	2,3	2,0	2,6
02864	2,7	2,0	3,5
30344/6/2	1,9	3,6	3,5
61665/4	1,7	2,4	2,0
50467/12	2,1	2,5	3,0
41784/9	2,0	3,0	3,0
40230/3	2,0	2,8	3,5
A 56[b]	2,6	4,5	2,8
cv. Mpelolongi[c]	2,3	4,0	3,5
Kiyaka			
F100	2,0	2,6	3,0
F150	2,7	3,0	3,0
F156	3,0	2,6	2,5
F113	2,6	4,0	3,0
F162	3,7	3,5	4,0
Gandajika			
5220-5217/7	1,9	3,5	3,0
A56/1	3,6	3,5	2,5
GII/5	3,7	3,5	2,5
MWP/7	3,0	2,5	2,0
30085/26/10	3,0	2,5	2,0
30085/26/4	2,6	3,0	2,5
33787/6	2,9	3,0	2,0
Variétés amères (6 mois)	3,6	4,0	3,0
4(2)0426/1	2,8	2,5	3,0
60882/10	2,8	2,5	2,0
60441/8	3,9	3,5	2,5
30093/6	3,8	3,5	3,0
cv. Kazebec	4,0	4,0	3,0

Source : PRONAM (1985).

[a] Notes allant de 1 à 5 (1 = aucun symptôme et 5 = infection grave).

[b] Source de l'inoculum de la flétrissure bactérienne.

[c] Cultivars locaux.

évalués à chaque année pendant la période favorable à l'apparition de ces trois maladies (mai—juin).

RÉALISATIONS DU PRONAM

Les efforts conjoints des Sections de phytopathologie, de sélection et amélioration, et de multiplication et vulgarisation (PRONAM) ont abouti à l'identification d'innombrables sources de résistance aux principales maladies. Les parents d'élite comme les clones 30085/28, F100, 4(2)0426/1, 30572/149, 02864, 30010/10, 61665/4, 41784/9, 30344/6/2, etc., peuvent servir à la pollinisation artificielle et à l'obtention de graines locales.

Beaucoup de variétés tolérantes ont été identifiées ou obtenues (Tableau 2). On pratique déjà une culture intensive de certaines d'entre elles, (comme Kinuani, F100 et 4(2)0426/1) qui sont distribuées respectivement dans les régions de Bandundu, du Bas-Zaïre et du Kasaï-Oriental. En 1985, 300 000, 1 564 580 et 41 650 m de matériel génétique amélioré avaient déjà été distribués respectivement dans le Bas-Zaïre, le Bandundu et le Kasaï-Oriental. Il peut

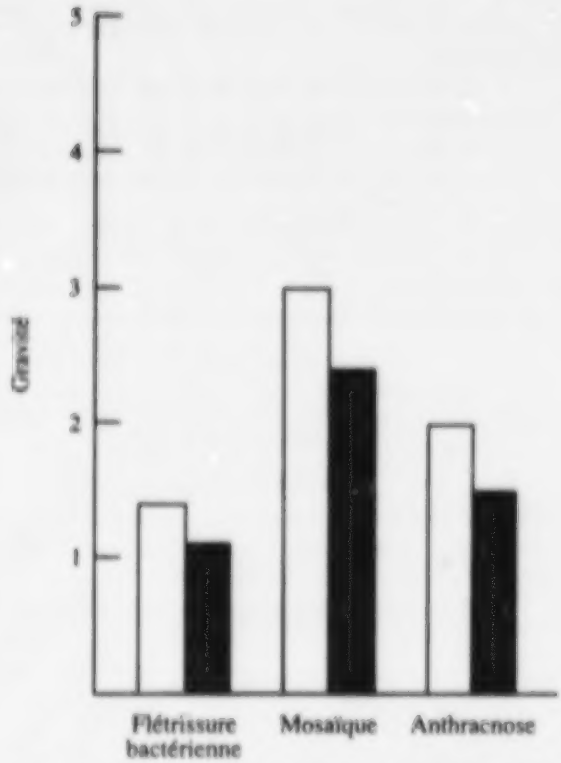


Fig. 1. Réaction de la variété Kinuani (■) et de cultivars locaux (□) à la flétrissure bactérienne, à la mosaïque et à l'anthracnose dans 88 champs de démonstration à M'vuazi au Bas-Zaïre, 1981. Gravité de la maladie : 1 : aucun symptôme; 5 : infection grave.

Tableau 3. Réaction de la variété Kinuani aux principales maladies du manioc dans un système cultural à variété unique et multiple.

	Gravité des maladies[a]					
	Mosaïque		Flétrissure bactérienne		Anthracnose	
Système de plantation[b]	3 mois	6 mois	3 mois	6 mois	3 mois	6 mois
var. Kinuani						
Seule	2,5	2,6	1,7	2,9	1,1	1,3
+ 30786	2,6	2,8	—	—	—	—
+ A56	—	—	1,8	2,8	—	—
+ 30757/5	—	—	—	—	1,2	1,4
+ 30786 + A56	2,5	2,7	1,7	2,8	—	—
+ 30786 + 30957/5	2,6	2,7	—	—	1,1	1,4
+ 30957 + A56	—	—	1,9	2,8	1,1,	1,4
+ 30786 + A56 + 30957/5	2,7	2,7	1,8	2,8	1,3	1,4
30786[c]	2,9	3,4	—	—	—	—
A56[c]	—	—	2,1	3,7	—	—
30957/5[c]	—	—	—	—	1,8	2,7
ppds (5 %)[d]	NS	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2

Source : PRONAM (1985).
[a] Gravité basée sur une échelle de 1 à 5 (1 = aucun symptôme et 5 = infection grave).
[b] 30786 est vulnérable à la mosaïque, A56, à la flétrissure bactérienne et 30757/5 à l'anthracnose.
[c] Note moyenne du clone pour tous les traitements par répétition.
[d] ppds : plus petite différence significative; NS : non significative.

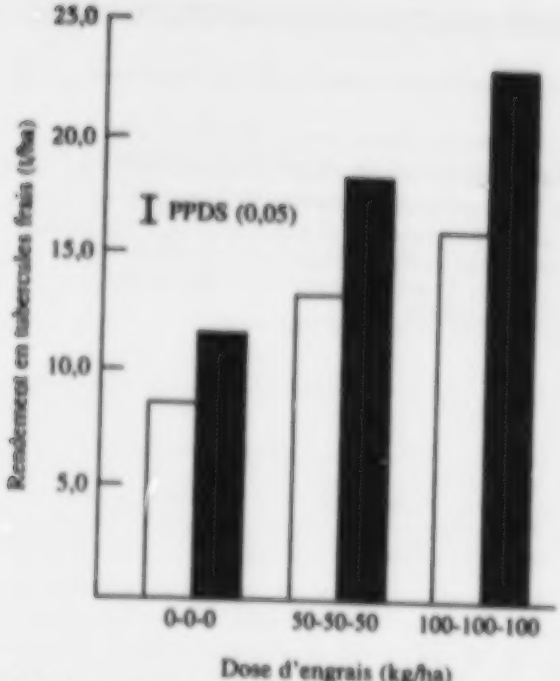


Fig. 2. Rendement en tubercules frais de la variété Kinuani (■) et de cultivars locaux (□) dans 135 sites ayant reçu trois doses d'engrais (N, P_2O_5, K_2O) de 1981-1982 à 1984-1985 (M'vuazi, Bas-Zaïre, Zaïre). ppds : plus petite différence significative.

servir à planter respectivement 120, 600 et 17 ha, à raison de 2 500 m de matériel par hectare.

Le comportement et la performance des variétés du PRONAM distribuées aux agriculteurs sont supérieurs à ceux du matériel local quant à la résistance aux maladies (Fig. 1) et au rendement (Fig. 2). Kinuani et F100 donnent des rendements moyens respectifs d'environ 9 à 15 et 13 à 20 t/ha sans fertilisation, tandis que les variétés locales ne produisent que de 3 à 12 t/ha.

CONCLUSIONS

Afin de connaître la durabilité de la résistance de nos variétés aux maladies, des cultivars de Kinuani ont été plantés dans un système multivariétal de culture similaire à celui utilisé par les agriculteurs, en mélange avec d'autres variétés vulnérables. Les résultats obtenus montrent que cette variété du PRONAM a une résistance multiple, du moins dans l'espace, aux principales maladies rencontrées au Zaïre (Fig. 1, Tableau 3).

BIBLIOGRAPHIE

Beck, B.D.A., Chant, S.R. 1958. A preliminary investigation of the effect of mosaic virus on *Manihot utilissima* Pohl in Nigeria. Tropical Agriculture, (Trinidad) 35, 59-64.

CIAT (Centre international d'agriculture tropicale) 1977. Cassava Program, 1977 Report. CIAT, Cali, Colombie.

Hahn, S.K., 1979. Breeding cassava for resistance to cassava mosaic disease (CMD) and bacterial blight (CBB) in Africa. *In* Maraite, H., Meyer, J.A., éd., Disease of Tropical Food Crops: Proceedings of an International Symposium, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, p. 211-212.

Lozano, J.C., Sequeira, L. 1974. Bacterial blight of cassava in Colombia. I: — etiology. Phytopathology, 64, 74-82.

Makambila, C. 1979. L'anthracnose du manioc en République Populaire du Congo. *In* Maraite, H., Meyer, J.A., éd., Diseases of Tropical Food Crops: Proceedings of an International Symposium. Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, p. 61-69.

Muimba, K.A., 1982. Predisposition of cassava plants to infection by *Colletotrichum manihotis* Henn. and some factors involved in the etiology of anthracnose disease. Département de biologie agricole, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de maîtrise.

Muyolo, G., 1984. Studies on the interaction between *Xanthomonas campestris* pathovar *manihotis* (Berthet & Bondar, 1915) Dye and *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *manihotis* (Chevaugeon) on cassava and its effects on yield. Département de biologie agricole, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de maîtrise.

Obigbesan, G.O., Matuluko, E.D. 1977. Effect of potassium and bacterial blight on the yield and chemical composition of cassava cultivars. *In* Cock, J., MacIntyre, R., Graham, M., éd., Proceedings of the 4th Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cali, Colombia, 1-7 August

1976. Centre de recherches pour le développement international. Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-80e, 185-188.

PRONAM (Programme national manioc), 1975. Rapport annuel pour l'exercice 1973-74. Programme national manioc, Kinshasa, Zaire.

_____ 1977. Rapport annuel pour l'exercice 1975-76. Programme national manioc, Kinshasa, Zaire.

_____ 1978. Rapport annuel pour l'exercice 1976-77. Programme national manioc, Kinshara, Zaire.

_____ 1985. Rapport annuel pour l'exercice 1983-84. Programme national manioc, Kinshara, Zaire.

Terry, E.R. 1977. Factors affecting the incidence of cassava bacterial blight in Africa. *In* Cock, J., MacIntyre, R., Graham, M., éd., Proceedings of the 4th Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cali, Colombia, 1-7 August 1976. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-080e, 179-184.

MÉTHODE D'INOCULATION IN VITRO DU MANIOC POUR LA SÉLECTION DE CULTIVARS RÉSISTANTS À L'ANTHRACNOSE

P. van der Bruggen, H. Maraite[1] et S.K. Hahn[2]

L'apparition de lésions naturelles d'anthracnose a été comparée à celle de lésions obtenues par inoculation artificielle de *Colletotrichum gloeosporioides*. La méthode d'inoculation in vitro a provoqué des symptômes semblables aux infections naturelles. Cette méthode constitue un moyen facile et rapide de sélection de cultivars de manioc résistants à *C. gloeosporioides* et d'étude des mécanismes de résistance.

L'anthracnose du manioc est une maladie largement répandue dans le monde, mais généralement considérée comme d'une importance mineure (Lozano et Booth 1974). Dans certains cas, elle peut cependant devenir un facteur limitant important de la culture du manioc. Au Zaïre, en 1975, 90 % des variétés locales cultivées ont été gravement touchées (Terry et Oyekan 1976).

Aucune recherche n'a pu établir la relation entre la gravité de la maladie et ses incidences sur le rendement. Divers chercheurs affirment cependant que les boutures infectées possèdent une moindre faculté de reprise et que la chute de nombreuses feuilles et la nécrose des jeunes pousses réduisent la capacité de photosynthèse des plants infectés (CIAT 1977; Makambila 1979; Theberge 1985), d'où, l'intérêt de disposer de cultivars suffisamment résistants. Des essais effectués au champ à l'IITA ont démontré que les différents cultivars n'étaient pas tous affectés de la même façon (IITA 1975). La majorité des lésions d'anthracnose apparaissent sur les tiges et les rameaux à la suite de piqûres d'un insecte coréidé : le *Pseudotheraptus devastans* Dist. Le rôle de ce ravageur primaire du manioc a été étudié au Zaïre en 1973 par Dubois et Mostade.

Si *P. devastans* peut provoquer, par une simple piqûre, la défoliation des variétés plus sensibles, son rôle dans l'épidémiologie de l'anthracnose est de fournir au parasite fongique, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) f.sp. *manihotis* Chev., une porte d'entrée ainsi que des tissus affaiblis par l'action lytique de sa salive (Boher et al. 1983; Miumba 1982).

Une des difficultés principales de l'évaluation de la résistance des cultivars au champ réside dans le fait que les symptômes observés résultent de différences dans l'appétibilité du cultivar pour l'insecte, de la sensibilité du cultivar à la piqûre et à la salive toxique, de la vulnérabilité du cultivar à *C. gloeosporioides* et de la distribution de l'inoculum et des conditions d'infection. La sélection de cultivars à l'aide d'une méthode d'inoculation artificielle de fragments de tiges est une méthode remarquable pour évaluer la sensibilité à l'agent pathogène.

Une telle méthode d'inoculation *in vitro* avait déjà été utilisée à l'IITA par Lamé (1932), Ahouandjinou (1983) et Goffart (1984) lors d'études portant sur la sélection de cultivars résistants à l'anthracnose et sur la caractérisation des souches de *C. gloeosporioides* isolés sur des plants de manioc. Un obstacle important à ces essais a été l'apparition d'infections secondaires empêchant des observations précises des relations hôte-parasite. Dans le cadre d'une étude conjointe entre l'Université catholique de Louvain, Louvain-la Neuve, Belgique et l'IITA Ibadan, Nigéria, la

1. Université catholique de Louvain, 3 place Croix du Sud, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.
2. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

méthode d'inoculation de fragments de tiges a été optimalisée pour mettre au point une méthode de sélection rapide de cultivars résistants à *C. gloeosporioides* et pour étudier les mécanismes de résistance. Notre but était de normaliser au maximum ce qui se passe au champ dans des conditions contrôlées, mais facilement réalisables. Pour cette raison, l'évolution des lésions d'anthracnose résultant d'infections naturelles a été suivie au champ au Nigéria et les altérations des tissus ont été comparées avec celles observées après inoculation in vitro.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

ÉVOLUTION DES LÉSIONS NATURELLES D'ANTHRACNOSE

Dans le but de comprendre la génèse des différents symptômes, plus de 500 lésions ont été marquées au champ en juillet 1985 et leur évolution a été suivie durant 1 mois. Les observations ont été faites à l'IIAT, à Ibadan, dans un champ du cv 30572 âgé de un an. Les lésions ont été classées de 1 à 4 selon l'échelle de symptômes suivante : 1 : lésion due à une piqûre d'insecte mais non infectée par *C. gloeosporioides*; 2 : lésion active d'anthracnose; 3 : chancre d'anthracnose, épiderme brun clair, fréquemment lacéré, colonisation par le champignon stoppée par une couche de cellules lignifiées; 4 : nécrose des apex.

MÉTHODE D'INOCULATION ARTIFICIELLE IN VITRO

Des fragments de tiges (bâtonnets de ± 7,5 cm) ont été prélevés dans la partie la plus sensible de la tige comprise entre 15 et 45 cm de l'apex. Cette plus grande sensibilité a été observée aussi bien en Belgique qu'à l'IIAT sur des plants de 2 mois issus de microbouturage in vitro (Ahouandjinou 1983).

Les fragments de tige ont été désinfectés en surface par trempage durant 1 min dans de l'hypochlorite de Na à 2 %. Après rinçage, ils ont ensuite été incubés en chambre humide à 26 °C, sous une photopériode de 12 h, avec un éclairage de 8 000 lux. Chaque fragment a été incubé dans un flacon individuel de 5 mL, de manière à éviter les infections secondaires. Afin de simuler les dégâts résultant de la piqûre de *P. devastans*, une aiguille fine a été fixée à un porte-aiguille pour qu'elle dépasse de 1 mm et chauffée au rouge entre chaque point d'inoculation. Elle a servi à piquer la tige pendant 3 s en 3 points différents formant un triangle équilatéral de 1,5 mm de côté. Ce type de blessure avait déjà été utilisé auparavant sur plants entiers par Makambila (1982) et Miumba (1982).

L'inoculum (une pastille de 6 mm de diamètre prélevée en bordure d'une culture de *C. gloeosporioides*, âgée de 7 jours sur milieu avoine) a été déposé sur cette blessure. Les cultivars 30211, 30337, 30555 ont été sélectionnés à l'IIAT et le cv M.ECU 82 a été fourni par le CIAT (Centre international d'agriculture tropicale), Cali, Colombie. La souche 2009 a été isolée à Ibadan, Nigéria; les souches Mw et G ont été isolées sur du matériel végétal provenant du Zaïre.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

LES SYMPTÔMES ET LEUR ÉVOLUTION

Les piqûres de *Pseudotheraptus devastans* ont provoqué l'apparition de zones ovales vert plus foncé, d'aspect humide et d'environ 1 cm de diamètre, laissant souvent au centre un point de tissus à l'aspect sain. Cette piqûre a provoqué l'effondrement des jeunes tiges sans structure secondaire de soutien, ou, lorsque les cellules de l'épiderme se desséchaient, s'est transformée en une tache ovale brun clair, symptôme rapporté à tort comme symptôme premier de l'anthracnose (le *C. gloeosporioides* n'est qu'exceptionnellement isolé à partir de ce type de lésion). Après 1 mois, 43 % des lésions provoquées par des piqûres d'insectes n'étaient pas colonisées par *C. gloeosporioides* (niveau 1).

La colonisation des tissus affaiblis par la salive toxique de *P. devastans* a conduit à l'apparition de lésions brun foncé (niveau 2). Les fructifications du champignon sont apparues sous forme de petits amas de conidies roses. La majorité des lésions infectées par *C. gloeosporioides* sont restées bien délimitées et se sont transformées en chancres plus ou moins profonds à épiderme brun clair et lacéré.

Après 1 mois, les lésions actives (niveau 2) étaient passées de 70 à 3 %; elles se sont pour la plupart transformées en chancres bien délimités (niveau 3). La colonisation du champignon a été stoppée et les tissus infectés se sont entourés d'une couche de cellules lignifiées. Dans des conditions défavorables qui restent à préciser, ces lésions actives se sont étendues avant la formation d'une barrière lignifiée complète et certains rameaux (14 sur 100) ont été entièrement colonisés par le champignon (niveau 4).

Les symptômes de nécrose des apex, provoqués par le *C. gloeosporioides*, sont à première vue semblables à ceux d'une attaque de bactériose, avec lesquels ils sont souvent confondus. L'étude de l'évolution des lésions naturelles d'anthracnose confirme ces observations et permet d'obtenir une image globale des différents types de lésions.

MISE AU POINT D'UNE MÉTHODE D'INOCULATION ARTIFICIELLE IN VITRO

L'évolution des lésions inoculées artificiellement par *C. gloeosporioides* présente les mêmes caractéristiques que celle des lésions naturelles. L'analyse de la colonisation par prélèvements aseptiques et par observations microscopiques révèle que les cellules épidermiques réagissent aux tentatives de pénétration du mycélium par la nécrose des cellules pénétrées et un brunissement des parois des cellules voisines, de même que par la formation de papilles lignifiées. Ces mécanismes limitent efficacement l'infection de l'épiderme non endommagé. Le mycélium colonise cependant abondamment les tissus altérés par la piqûre de l'aiguille, donnant lieu à des symptômes analogues à ceux observés lors d'infections naturelles au champ. Un brunissement, localisé principalement au niveau des parois cellulaires, en marge de la lésion, délimite la zone colonisée par le champignon de 12 à 24 h après l'inoculation. Ce brunissement s'étend et forme une zone brune continue qui progresse avec le mycélium. À partir du 4^{e} jour, un début de lignification a été détecté au-delà du front de colonisation. Lorsque cette lignification forme une barrière continue avant l'arrivée du mycélium, la progression de celui-ci est stoppée. Le mycélium peut franchir cette barrière et coloniser alors tout le fragment. Cet «envahissement» est caractérisé par une croissance plus rapide du champignon, une production importante de conidies et une atténuation de la marge brun foncé de la lésion; les tissus du centre de la lésion perdent alors leur cohérence et semblent «macérés».

La comparaison de la souche 2009 de *C. gloeosporioides*, isolée à Ibadan, Nigéria, avec des isolats du Zaïre et du Brésil confirme la forte virulence de l'isolat 2009 (Tableau 1). Cette souche était également la plus virulente parmi les 22 souches isolées au Nigéria et testées par Goffart (1984). Ibadan se révèle donc un lieu adéquat pour la sélection de cultivars résistants du point de vue de la virulence de l'inoculum présent. L'inoculation de divers cultivars permet de les différencier au niveau de leur sensibilité au pathogène. La comparaison des cultivars sensibles et résistants de ces premiers essais avec les résultats obtenus à l'IIAT (Ahouandjinou 1983) a permis à cet organisme de sélectionner les cultivars 30211 et 30337 comme cultivars de référence (Tableau 2). Le cultivar 30211 est plus résistant que le 30337, différence confirmée surtout sur le nombre de fragments «envahis» par le champignon.

Le facteur qui permet de mieux distinguer la résistance des cultivars semble être leur résistance à «l'envahissement» (correspondant au symptôme de nécrose des apex à la suite d'infections naturelles); il peut servir de critère de sélection pour la résistance à l'anthracnose par inoculation in vitro.

Cette méthode d'inoculation artificielle a permis d'étudier plus en profondeur les relations hôte-parasite dans le but de mettre en évidence les réactions de résistance de la plante à l'infection. L'étude a porté principalement sur les modifications du métabolisme des phénols

Tableau 1. Virulence d'isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* inoculés au cv. 30555 de manioc, avec 10 répétitions à 4, 10 et 21 jours après l'inoculation.

	4 jours		10 jours		21 jours
Isolat[a]	IF[b]	Grosseur du chancre ($\bar{X}$ ± SD)	IF	Grosseur du chancre ($\bar{X}$ ± SD)	IF
2009					
NI	10	8,1 ± 1,4a	7	8,4 ± 1,2	2
I	0		3	55,2 ± 20,1	8
NW1					
NI	10	8,5 ± 1,7a	7	8,9 ± 1,9	6
I	0		3	60,0 ± 17,3	4
NW2					
NI	10	8,8 ± 1,9a	8	9,8 ± 3,2	4
I	0		2	50,0 ± 14,1	6
NW3					
NI	10	7,8 ± 1,4ab	10	8,6 ± 1,9	10
I	0		0		0
G1					
NI	10	8,5 ± 1,1a	10	10,6 ± 2,2	8
I	0		0		2
G2					
NI	10	6,6 ± 0,86	10	8,1 ± 2,0	7
I	0		0		3
G3					
NI	10	7,7 ± 1,2a	9	9,3 ± 5,0	7
I	0		1	25,0 ± 0,0	3

Note : Les valeurs moyennes suivies d'une lettre identique n'étaient pas statistiquement différentes lors du test de la plus petite différence significative (ppds).

[a] I : envahi (tige envahie par des acervules apparaissant à l'extérieur de la nécrose brune; épiderme macéré); NI : non envahi.

[b] IF : fréquence de l'envahissement.

Tableau 2. Résistance des cultivars de manioc à l'infection par l'isolat 2009 de *Colletotrichum gloeosporioides* (20 fragments par cultivars) à diverses périodes après l'inoculation.

	4 jours	5 jours	7 jours		9 jours	10 jours	
Cultivar[a]	Grosseur du chancre (mm, $\bar{X}$ ± SD)	IF[b]	IF	Grosseur du chancre (mm, $\bar{X}$ ± SD)	IF	IF	Grosseur du chancre (mm, $\bar{X}$ ± SD)
M.ECU82							
NI	9,6 ± 1,1a		1	10,1 ± 0,0		1	10,1 ± 0,0
I		13	19	55,9 ± 18,2	19	19	70,0 ± 0,0
30337							
NI	9,6 ± 1,3a		11	10,4 ± 2,2		5	9,8 ± 2,3
I		7	9	35,6 ± 9,9	11	15	55,1 ± 22,4
30211							
NI	8,4 ± 1,5b		16	10,3 ± 2,6		13	10,8 ± 2,8
I		1	4	25,8 ± 5,4	4	7	63,1 ± 18,1
30555							
NI	7,8 ± 0,9b		13	9,1 ± 2,8		11	9,9 ± 2,9
I		4	7	44,0 ± 18,1	7	9	61,0 ± 17,9

Note : Les valeurs moyennes suivies d'une lettre identique ne sont pas statistiquement différentes selon le test de Newman-Keuls.

[a] I : fragment envahi (apparition d'acervules à l'extérieur de la nécrose brune; épiderme «macéré»); NI : non envahi (colonisation limitée à la lésion brune d'anthracnose, au point d'inoculation).

[b] IF : fréquence de l'envahissement.

(réaction de résistance commune à de nombreuses plantes [Friend 1981]), en particulier les modifications de l'activité péroxidasique, la lignification des tissus et l'apparition de composés fongitoxiques. Cette étude confirme des similitudes de réactions de la plante à la suite de l'inoculation in vitro et de l'infection naturelle au champ (résultats inédits).

CONCLUSIONS

Une méthode d'inoculation artificielle a été mise au point et permet d'induire le même type de symptômes que les infections naturelles : les lésions d'anthracnose se transforment en chancres bien délimités par une couche de cellules lignifiées, isolant les tissus colonisés par le pathogène, ou entraînent un envahissement de la tige (nécrose des apex semblable aux symptômes de bactériose). Cette méthode d'inoculation a permis de comparer la virulence d'isolats de *C. gloeosporioides* venant de différents pays et continents ainsi que la sensibilité des différents cultivars. Elle est utilisée comme test de sélection pour la résistance à l'anthracnose.

L'infection induit différentes réactions qui ont tendance à limiter l'infection. Néanmoins, dans des conditions défavorables qui restent à préciser, certaines tiges sont colonisées par le champignon et présentent des symptômes de nécrose des apex.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Administration générale de la coopération au développement de la Belgique pour le financement de ce programme de recherches.

BIBLIOGRAPHIE

Ahouandjinou, N.K., 1983. In vitro and in vivo studies on screening methods for resistance to cassava anthracnose disease. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse.

Boher, B., Daniel, J.-F., Fabres G., Bani, G. 1983. Action de *Pseudotheraptus devastans* (Dist) (Het. Coreidae) et de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. dans le développement de chancres et la chute des feuilles chez le manioc. Agronomie, 3(10), 989-994.

CIAT (Centre international d'agriculture tropicale). 1977. Rapport annuel. Cali, Colombie.

Dubois J., Mostade, J.M. 1973. La maladie des cierges du manioc provoquée par *Pseudotheraptus devastans* Dist. Bulletin d'information INERA (Institut national pour l'étude et la recherche agronomique), 1(1), 2-13.

Friend, J. 1981. Plant phenolics, lignification and disease. Progress in Phytochemistry, 7, 197-261.

Goffart, J.P. 1984. Contribution à l'étude de la variabilité de *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *manihotis*, agent de l'anthracnose du manioc. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.

IIAT (Institut international d'agriculture tropicale). 1975. Annual Report, IIAT, Ibadan, Nigéria.

Lame B., 1982. Studies on screening methods for resistance of cassava to anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *manihotis*. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse.

Lozano, J.C., Booth, R.H. 1974. Diseases of cassava. PANS (Pest Articles et News Summaries), 20(1), 30-54.

Makambila, C. 1979. L'anthracnose du manioc en République populaire du Congo. *In* Maraite, H., Meyer, J., éd., Diseases of tropical root crops: proceedings of an international symposium. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, p. 61-69.

Muimba, K. A. 1982. Predisposition of cassava plants to infection by *Colletotrichum manihotis* Henn. and some factors involved in the etiology of anthracnose disease. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de doctorat.

Terry, E.R., Oyekan, J.O. 1976. Cassava diseases in Africa reviewed. Span, 19:116-118.

Theberge R.L., éd. 1985. Les principaux ravageurs et maladies du manioc, de l'igname, de la patate douce, et des aracées en Afrique. Institut international d'agriculture tropicale. Ibadan, Nigéria, 108 p.

RÉSUMÉS

ÉVALUATION DES HERBICIDES DE SEMIS ET DE PRÉ-LEVÉE POUR LE DÉSHERBAGE DES CHAMPS DE CULTURE INTERCALAIRE DE LA PATATE DOUCE ET DU MAÏS

R.P.A. UNAMMA, G.C. ORKWOR et M.C. IGBOKWE, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Des essais ont été effectués en 1983 et 1985 dans le centre humide du sud-est du Nigéria pour évaluer la méthode de décalage des semis consistant à appliquer du paraquat (0,5 et 0,75 kg MA/ha) 14 et 28 jours après la préparation du sol et avant les semis ou du glyphosphate (2,0 kg MA/ha) 28 jours après la préparation du sol et 2 jours avant les semis, du chloramben (3,4 kg MA/ha), du fluométuron (2,5 kg MA/ha) et de l'alachlor (2,0 kg MA/ha) en pré-levée et à sarcler à la main soit 21 jours, soit 21 et 56 jours après la plantation. Des parcelles non désherbées et sans mauvaises herbes ont été incluses pour estimer les effets des herbicides et des mauvaises herbes sur le rendement des cultures, et des parcelles non désherbées et désherbées de monoculture ont permis d'évaluer les effets de la culture intercalaire sur les rendements respectifs du maïs et de la patate douce. La culture intercalaire de la patate douce et du maïs a fait baisser les rendements en grains de maïs et en tubercules frais de patate douce de 30 et 33 % respectivement en 2 ans comparativement à ceux des champs où le maïs (2,8 t/ha) et la patate douce (3,6 t/ha) étaient cultivés seuls. L'exploitant tirerait toutefois un rendement similaire de la culture intercalaire et de monocultures du maïs et de la patate douce et pourrait toujours consacrer 25 % de ses terres à d'autres fins sur 2 ans (coefficient de surface cultivée = 1,33). Le rendement en maïs accusait une baisse de 45 % dans les parcelles de culture intercalaire non désherbées par rapport aux parcelles sans mauvaises herbes (2,0 t/ha). Un phénomène similaire s'observait chez la patate douce en culture intercalaire, son rendement baissant de 57 % par rapport à la parcelle désherbée (2,3 t/ha). Monétairement parlant, le sarclage à la main 21 et 56 jours après la plantation donnait une moyenne bisannuelle de 2 795 nairas (en février 1987, 2,6 nairas [NR] = 1 $ US). L'application en pré-levée de chloramben et le traitement des semis au paraquat (0,75 kg MA/ha) ou au glyphosphate (2,0 kg MA/ha) 28 jours après la préparation du sol et avant les semis donnaient des revenus bisannuels moyens respectifs de 2 740, 2 527 et 2 532 nairas.

EFFETS DE L'ÉPOQUE DE PLANTATION SUR LE RENDEMENT EN MANIOC ET LES POPULATIONS DE COCHENILLE DU MANIOC (*PHENACOCCUS MANIHOTI*) ET DE SES PARASITOÏDES ASSOCIÉS

J.K.U. EMEHUTE, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria, et R.I. EGWUATU, Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria.

Les effets de l'époque de plantation sur les populations de cochenille du manioc (*Phenacoccus manihoti*) et de ses parasitoïdes associés par rapport au rendement en manioc ont été étudiés. La plantation précoce et tardive donnaient des différences significatives ($P \geq 0,05$) de rendement. Les plants étaient bien établis et les populations de *P. manihoti* étaient faibles dans les parcelles où la plantation avait été précoce (de mars à la mi-juillet). La production de racines et de tiges

diminuait proportionnellement à l'augmentation des populations de *P. manihoti*. Une relation entre les densités de population des parasitoïdes *Epidinocarsis lopezi* et *Tretastichus* sp. et celles de *P. manihoti* a été démontrée. Deux hyperparasites, *Prochiloneurus insolitus* et *Chartocerus* sp., qui diminuent l'efficacité des parasitoïdes de *P. manihoti* ont été identifiés.

RÉSISTANCE DES CULTIVARS DE MANIOC AUX INFESTATIONS DU TÉTRANYQUE VERT DU MANIOC (*MONONYCHELLUS TANAJOA*)

T.O. EZULIKE, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria, et R.I. EGWUATU, Département d'agronomie, Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria (adresse actuelle : Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéeria)

Vingt et un cultivars de manioc sélectionnés au champ pour leur tolérance à *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (tétranyque vert du manioc) ont été infestés artificiellement en serre par *M. tanajoa* pour vérifier leur résistance. Les résultats obtenus avec les 21 cultivars sélectionnés (indice de ravages moyens) révèlent que le TMS 4(2)1425 est le plus tolérant aux infestations de *M. tanajoa*, suivi de 74/538, Anti-Ota, 73/93, 30195 et 1531. Ces cultivars étaient les hôtes d'un moins grand nombre de tétranyques et les feuilles de 4 d'entre eux, soit le TMS 4(2)/425, 73/93, 74/538 et l'Anti-Ota, portaient des poils superficiels — un caractère de résistance. Les ravages causés par les tétranyques et leur densité de population n'étaient pas corrélés à des variations de la teneur en HCN des feuilles. Ce facteur n'ajoute donc pas à la résistance au tétranyque du manioc.

LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES MALADIES DU FEUILLAGE DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

A.O. NWANKITI, O.B. ARENE et T. ENYINNIA, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Les agents pathogènes du feuillage de l'igname, du manioc, des taros, de la patate douce et de la pomme de terre provoquent un dépérissement terminal, l'apparition de taches, un flétrissement, une ramification et une feuillaison excessives, des distorsions, un rabougrissement des feuilles et une nécrose des tissus caulinaires. Les pathogènes suivants sont répandus : *Fusarium oxysporum, Fusarium solani, Collatotrichum gloeosporioides, Curvularia eragrostidis, Cercospora vicosa, Sclerotium rolfsii, Botryodiplodia theobroma, Xanthomonas manihotis, Cercosporidium henningsi, Colletotrichum* spp., *Albugo impomocae pandusatal, Phaevisariopsis bataticola, Pseudoceraspora timorensis, Phyllosticta batatas, Septoria bataticola, Phytophlhora infestans et Pseudomonas solanacearum*. La lutte chimique contre ces pathogènes n'est pas rentable compte tenu de leur morphologie et leurs cycles évolutifs différents. Certaines méthodes culturales, l'utilisation de variétés résistantes et de meilleurs traitements assainissants sont recommandés pour lutter contre ces maladies.

RÉSISTANCE DES PLANTES HYBRIDES DE MACABO (*XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM*) À LA POURRITURE DES RACINES CAUSÉE PAR *PYTHIUM MYRIOTYLUM* AU CAMEROUN

A. AGUEGUIA, Institut de la recherche agronomique, Njombé, Cameroun

La pourriture des racines causée par *Pythium myriotylum* Drechsl est un facteur limitant la production du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroun. Les tests de résistance des clones hybrides sont prometteurs et les recherches se poursuivent en ce sens. Les clones étudiés montrent une amélioration de leur tolérance à la pourriture des racines. L'existence d'un grand nombre de racines saines entraîne une augmentation du nombre de tubercules secondaires et du rendement.

EFFETS DES MALADIES PARASITAIRES SUR LA PRODUCTION DE LA POMME DE TERRE (*SOLANUM TUBEROSUM*) AU CAMEROUN

S. NZIETCHUENG et M. NGOUAJIO, Institut de la recherche agronomique, Dschang, Cameroun

La pomme de terre est surtout cultivée dans l'ouest et le nord-ouest du Cameroun, en altitude. En 1979–1980, la production (principalement de petites exploitations agricoles) s'élevait à 25 000 t. La pomme de terre est cultivée en association avec d'autres espèces végétales (maïs, haricots, arachides, macabo/taro, etc.). Elle fait actuellement l'objet de deux cultures annuelles. Les maladies parasitaires (viroses, alternariose, mildiou, verticilliose et bactériose) constituent l'un des principaux facteurs limitant la productivité de cette culture sur les hauts plateaux de l'Ouest. Leur importance relative est précisée. Les recherches actuellement menées à l'Institut de la recherche agronomique (IRA) dans le cadre du Programme national d'amélioration des plantes-racines (CNRCIP) visent l'obtention de cultivars de pomme de terre très productifs et résistants aux principales maladies. Il a été estimé que les pertes, essentiellement causées par des pourritures lors de l'entreposage, dépassaient les 25 %. *Fusarium solani* et *Fusarium coeruleum* sont responsables d'un pourcentage élevé de ces pourritures.

NOUVELLES PRIORITÉS DANS LA SÉLECTION DU MANIOC AU ZAÏRE

N.M. MAHUNGU et K. KIALA, Programme national sur le manioc (PRONAM), Kinshasa, Zaïre

Les méthodes de sélection du manioc au Zaïre ont progressé depuis 1974 et la création du Programme national manioc (PRONAM) dont l'objectif principal est de produire des tubercules à rendement élevé résistants aux maladies et aux ravageurs. À l'heure actuelle, en plus de ces premiers critères de sélection, une attention particulière est accordée à la qualité des racines tubéreuses quant à leur teneur en HCN, à la quantité de matière sèche et aux qualités organo-leptiques des produits consommés comme légumes. L'efficacité photosynthétique des feuilles en régime de faible ensoleillement, les caractéristiques morphologiques désirables des plants utilisés dans la culture intercalaire et la rapidité de croissance des clones dès leur jeune âge sont aussi considérées comme critères de sélection dans le programme en cours. La méthodologie utilisée pour l'évaluation de ces différents critères y est examinée.

INTERACTIONS DE *PSEUDOTHERAPUS DEVASTANS*, *COLLETOTRICHUM MANIHOTIS*, LA TEMPÉRATURE ET L'HUMIDITÉ RELATIVE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ANTHRACNOSE DU MANIOC

C. MAKAMBILA, Laboratoire de phytopathologie, Faculté des sciences, Université Marien Ngouabi, Brazzaville, Congo

Des expériences ont été menées pour étudier les interactions de *Pseudotherapus devastans*, *Colletotrichum manihotis*, la température et l'humidité relative sur le développement de l'anthracnose du manioc. Des conidies de *C. manihotis* ont été déposées sur des blessures faites à de jeunes plants de manioc par une aiguille ou un scalpel (infection artificielle) ou par *P. devastans* (infection naturelle). Des fragments de tiges ainsi inoculés ont été exposés à un taux d'humidité élevé (85–90 %) ou faible (50–60 %). Les effets de la température sur le développement du champignon ont été étudiés en incubant les fragments de tige inoculés à 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 °C. Les résultats obtenus indiquent qu'il est essentiel que *P. devastans* inflige une blessure naturelle à un plant pour que la maladie se développe. Sans une telle blessure, le champignon ne produit pas d'hyphes infectueuses. Il faut une humidité élevée (85–90 %) pour qu'apparaissent des symptômes de l'anthracnose du manioc; par contre, un faible taux d'humidité inhibe la propagation du champignon. L'écart optimal de température pour la différenciation des appressoria est de 20 à 28 °C tandis que la maladie se développe mieux entre 24 et 28 °C.

TECHNIQUES POST-RÉCOLTES

TECHNIQUES POST-RÉCOLTES APPROPRIÉES AUX PLANTES-RACINES ET AUX TUBERCULES, EN AFRIQUE : ÉVALUATION ET AMÉLIORATIONS RECOMMANDÉES

B. Chinsman et Y.S. Fiagan[1]

L'autosuffisance alimentaire en Afrique dépend de l'augmentation de la production, de la réduction des pertes post-récoltes et de l'amélioration des méthodes de transformation et de la distribution des produits. Le présent document résume et évalue les principales causes des pertes post-récoltes pour les plantes-racines et les tubercules, examine les principales techniques post-récoltes et recommande l'adoption d'un projet visant à accroître la disponibilité des produits issus des plantes-racines et misant sur l'intégration des activités de production, d'entreposage et de transformation. Les ignames et le manioc sont considérés plus en détail.

À mi-chemin du terme fixé par le Plan d'action de Lagos pour atteindre l'objectif d'autosuffisance alimentaire en Afrique, on constate que les chances de satisfaire la demande par la production dans le domaine alimentaire sont bien hypothétiques : la production agricole augmente de moins de 2 % par an alors que le taux de croissance démographique est d'environ 3 % par an. Avec des techniques culturales des plus inadéquates, caractérisées par l'utilisation de moyens et de facteurs de production peu performants, l'Afrique ne produit pas assez pour nourrir sa population. Dès lors, les techniques post-récoltes destinées à prévenir et à réduire les pertes, à transformer les produits agricoles, à faciliter leur distribution et à augmenter leur disponibilité prennent une importance toute particulière.

L'autosuffisance alimentaire ne procédera pas uniquement de l'augmentation de la production et de la prévention et de la réduction des pertes post-récoltes; une bonne transformation et de meilleures conditions de distribution y concourront également. Parmi les produits alimentaires de grande consommation en Afrique, les plantes-racines et les tubercules occupent une place de choix. Dans les régions intertropicales humides de l'Afrique, de la Gambie à la Tanzanie en passant par l'Angola et la Zambie, les ignames, le manioc, la patate douce et les taros constituent pour des millions de personnes la base de l'alimentation. Cependant, ces produits, qui sont pour les populations de ces régions la principale source de glucides, se conservent mal et sont sujets à des pertes élevées et, de ce fait, malgré une production relativement importante, les plantes-racines et les tubercules ne jouent pas le rôle décisif qui aurait pu être le leur dans l'atténuation de la crise alimentaire en Afrique.

Malgré leur grande diversité, les techniques post-récoltes existantes applicables à la transformation des plantes-racines et des tubercules semblent ne pas avoir un impact significatif sur l'amélioration de la disponibilité de ces aliments. Beaucoup de travaux ont été réalisés sur les techniques de transformation des plantes-racines et des tubercules. Le présent document résume et évalue les principales causes des pertes post-récoltes des plantes-racines et des tubercules, examine les principales techniques post-récoltes et recommande l'adoption d'un projet visant à accroître la disponibilité des produits issus des plantes-racines et misant sur une intégration des activités de production d'entreposage et de transformation. Il s'intéresse surtout au manioc et à

1. Centre régional africain de technologie, Dakar, Sénégal.

l'igname qui sont de loin les produits les plus importants dans le groupe des plantes-racines et des tubercules de par les quantités produites et leur place dans l'alimentation.

CAUSES ET IMPORTANCE DES PERTES DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

CAUSES DES PERTES

Les pertes apparaissent à différents niveaux tout au long du «parcours» que suit le produit, du champ jusqu'au consommateur. Il y a perte au cours de la récolte et du transport du champ à la ferme ou au lieu d'entreposage ainsi que pendant l'entreposage, le transport vers les marchés et la transformation. Les pertes à ces différents niveaux sont dues à des causes diverses, comme des agents externes (insectes et autres prédateurs), des facteurs physiques externes (conditions de manipulation, de transport et d'entreposage), ou des problèmes d'ordre physiologique (Tableau 1).

À chacun de ces niveaux, selon la nature des pertes, il faut utiliser une technique spécifique de prévention et de réduction des pertes. Les techniques post-récoltes doivent autant que possible tenir compte des facteurs aussi bien exogènes que physiologiques, si l'on veut qu'elles soient efficaces.

Les pertes résultant des causes physiologiques sont plus difficilement maîtrisables et sont spécifiques à chaque produit. En effet, chez les deux principaux plantes-racines et tubercules tropicaux que sont le manioc et l'igname, les causes des pertes liées à la physiologie des produits sont différentes.

Chez l'igname, les pertes sont dues à trois phénomènes. En premier lieu, il y a une perte de poids attribuable principalement à la déshydratation et à la respiration des tubercules après la levée de la dormance. Coursey et Russell (1969) ont montré que des pertes de poids très substantielles sont dues à la respiration. Chez des tubercules sains, l'activité respiratoire compte pour 30 % dans la perte de poids. En second lieu, les pertes peuvent être attribuables aux variations de la composition chimique des tubercules. Ces variations portent surtout sur la teneur en glucides et semblent consécutives au bourgeonnement; il y a alors mobilisation des réserves pour la synthèse des pousses. Enfin, il y a des pertes attribuables au durcissement qui se traduit par une résistance à la mastication, persistant après la cuisson. C'est un phénomène qui affecte surtout la variété *Dioscorea dumetorum* et qui interdit toute possibilité d'entreposage et de commercialisation en dehors de la zone de production parce qu'il survient quelques jours seulement après la récolte. Parmi les causes du durcissement, le degré de maturité à la récolte joue un rôle important.

Tableau 1. Stades où se produisent les pertes et causes de celles-ci.

Stade	Cause des pertes
Durant la récolte, au champ	Infestation par les insectes au champ avant ou au cours de la maturation
Durant le transport, du champ au lieu d'entreposage	Moyens de transport déficients ou emballage inapproprié (entraînant des blessures)
Entreposage	Structures d'entreposage inappropriées permettant l'infestation par les vers et les insectes (surtout dans le cas des ignames), les attaques des prédateurs ainsi que le développement ou la reprise des activités physiologiques (germination, respiration, etc.)
Distribution	Emballage inapproprié (entraînant des blessures)
Transformation	Techniques de transformation inadéquates entraînant des pertes qualitatives et quantitatives

Chez le manioc, les causes de la détérioration non liée à des causes physiques externes ont été étudiées dans le cadre d'un programme conjoint de l'Institut des produits tropicaux et du Centre international d'agriculture tropicale (CIAT). Il a été clairement établi que la détérioration du manioc s'effectuait en deux étapes : tout d'abord, une détérioration primaire caractérisée par une décoloration ou une striure vasculaire, d'origine purement physiologique; et, en second lieu, une détérioration secondaire caractérisée par l'invasion de la racine par des variétés spécifiques de bactéries et de champignons.

En plus de ces pertes d'origine essentiellement physiologique, il convient de signaler les pertes attribuables aux champignons, aux bactéries et aux nématodes, qui commencent souvent au champ et se poursuivent au cours de l'entreposage. Les attaques des insectes et des rongeurs aussi bien sur les produits frais que transformés contribuent également à augmenter les pertes.

ÉVALUATION DES PERTES

Les plantes-racines et les tubercules sont considérés comme des denrées hautement périssables. En Afrique, les niveaux de perte généralement enregistrés sont de l'ordre de 20 % et, dans certaines conditions, ils peuvent atteindre 30 à 40 %. Selon les chiffres de 1983 de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), les quantités perdues s'élèvent à plus de 14 000 t pour le manioc et l'igname, ce qui représente près de deux millions de dollars américains. C'est une perte énorme pour l'Afrique où la production alimentaire est déjà insuffisante.

TECHNIQUES D'ENTREPOSAGE

Les techniques d'entreposage cherchent à limiter la détérioration du produit et autant que possible à prolonger leur état frais et à leur garder ainsi leurs qualités nutritives. Un certain nombre de techniques d'entreposage des plantes-racines et tubercules existent et sont utilisées avec plus ou moins de succès en Afrique.

IGNAMES

Pour les ignames, il s'agit surtout de contrôler le bourgeonnement, phénomène physiologique responsable de la perte de poids et de la variation de la composition chimique du produit (Treche 1980). Les techniques les plus simples sont fondées sur une meilleure méthode d'entreposage exigeant que les tubercules soient conservés dans un abri fermé et bien ventilé et qu'ils ne soient pas entassés les uns sur les autres. Les résultats les plus significatifs sont obtenus par la technique qui consiste à attacher individuellement les tubercules sur des piquets. Une autre variante de cette méthode s'obtient en rangeant les tubercules sur des étagères confectionnées à cet effet. Ces techniques sont simples et efficaces, mais nécessitent une main-d'oeuvre importante, ce qui généralement limite leur adoption dans certaines régions où le calendrier agricole ne permet pas à la main-d'oeuvre disponible de se consacrer à ces tâches.

Une autre technique simple consiste à exposer les tubercules pendant quelques heures au soleil avant de les entreposer. Il a été en effet montré (Booth 1974) que l'exposition des tubercules à des températures élevées et à une humidité relativement basse permettait de prolonger la durée de conservation de ces produits. Cette méthode est pratiquée en Afrique occidentale de façon empirique depuis toujours.

En plus de ces méthodes simples, il faut signaler d'autres techniques comme la conservation à basse température (environ 10–12 °C) et l'utilisation d'hormones agissant sur le bourgeonnement qui, selon les travaux sur l'igname de Thompson et al. (1977) et de Passam (1977, 1982), donnent de bons résultats. Ces techniques très peu connues ne sont pratiquement pas utilisées en Afrique à cause de leur coût élevé. C'est aussi le cas de la technique d'irradiation qui, malgré sa grande efficacité, n'est pas encore largement utilisée en Afrique pour des raisons de coût et de manque de main-d'oeuvre qualifiée. Cependant, cette dernière technique pourrait rendre de grands

services en matière de réduction des pertes agricoles en général en Afrique, si l'on pouvait l'intégrer dans un projet régional bien structuré et bien exécuté.

MANIOC

Pour le manioc, les problèmes d'entreposage se posent différemment. À la différence de l'igname, le manioc n'est pas un organe de dormance et donc n'a que peu de fonctions biologiques. La technique la plus fiable d'entreposage des racines de manioc consiste à garantir au produit un certain degré d'humidité. Il s'agit d'entourer les racines d'une matière humide et absorbante, peu importe qu'elles soient conservées à même le sol dans des silos-meules ou transportées dans divers genres de conteneurs. Ces techniques sont très communes en Afrique où elles permettent de préserver l'état frais du manioc pendant plus de 6 semaines (dans des conditions normales, la détérioration survient au bout de 3 à 7 jours après la récolte).

Des études ont montré qu'il existe un rapport étroit entre, d'une part, la détérioration physiologique et les dégâts mécaniques et, d'autre part, les blessures et la déshydratation du produit. Des méthodes d'entreposage fondées sur le contrôle de la déshydratation par l'entreposage du manioc frais dans des sacs en plastique donnent aussi de bons résultats. Dans de nombreuses régions d'Afrique, on a encore recours à la pratique traditionnelle d'entreposage qui consiste à garder le manioc sur pied au champ et à ne le récolter qu'au fur et à mesure des besoins. En dehors du fait que cette pratique conduit à une mobilisation du sol qui pourrait poser de sérieux problèmes de disponibilité et d'utilisation du sol, il y a le fait que, passé un certain temps, le manioc en terre se lignifie et voit sa teneur en amidon diminuer.

TECHNIQUES DE TRANSFORMATION

La transformation est l'une des méthodes utilisées par l'homme pour lutter contre la détérioration des denrées alimentaires. Elle revêt une grande importance en tant que moyen et fin : moyen parce qu'elle prévient les pertes et fin parce qu'elle constitue l'étape ultime dans le processus de la production agricole. La transformation est d'autant plus nécessaire que bien souvent les autres moyens de conservation présentent des limites.

Les techniques de transformation peuvent être classées en trois catégories : traditionnelles, artisanales et industrielles. Chacune de ces catégories sera évaluée en fonction des facteurs suivants :

- les contraintes d'utilisation;
- leur acceptabilité dans l'environnement socio-économique des consommateurs;
- leur impact sur la réduction des pertes;
- la qualité des produits finals.

MANIOC

En plus de réduire les pertes, la transformation post-récolte a pour but de détoxifier le manioc en diminuant sa teneur en glucosides cyanogénétiques. Il a été en effet observé dans les zones à grande consommation de manioc de nombreux cas de lésions neurologiques reliées à l'acide cyanhydrique et se traduisant, par exemple, par une atrophie optique, une surdité bilatérale ou une myélopathie.

Les techniques de transformation comprennent plusieurs opérations dont les plus importantes sont l'épluchage, le trempage (qui élimine les substances toxiques au moyen d'enzymes hydrolysantes), le séchage et la cuisson (qui élimine l'acide cyanhydrique). Les principaux produits provenant des différents procédés de transformation sont la farine et le bâton de manioc (chicouangue) pour l'Afrique centrale et le gari pour l'Afrique de l'Ouest. On

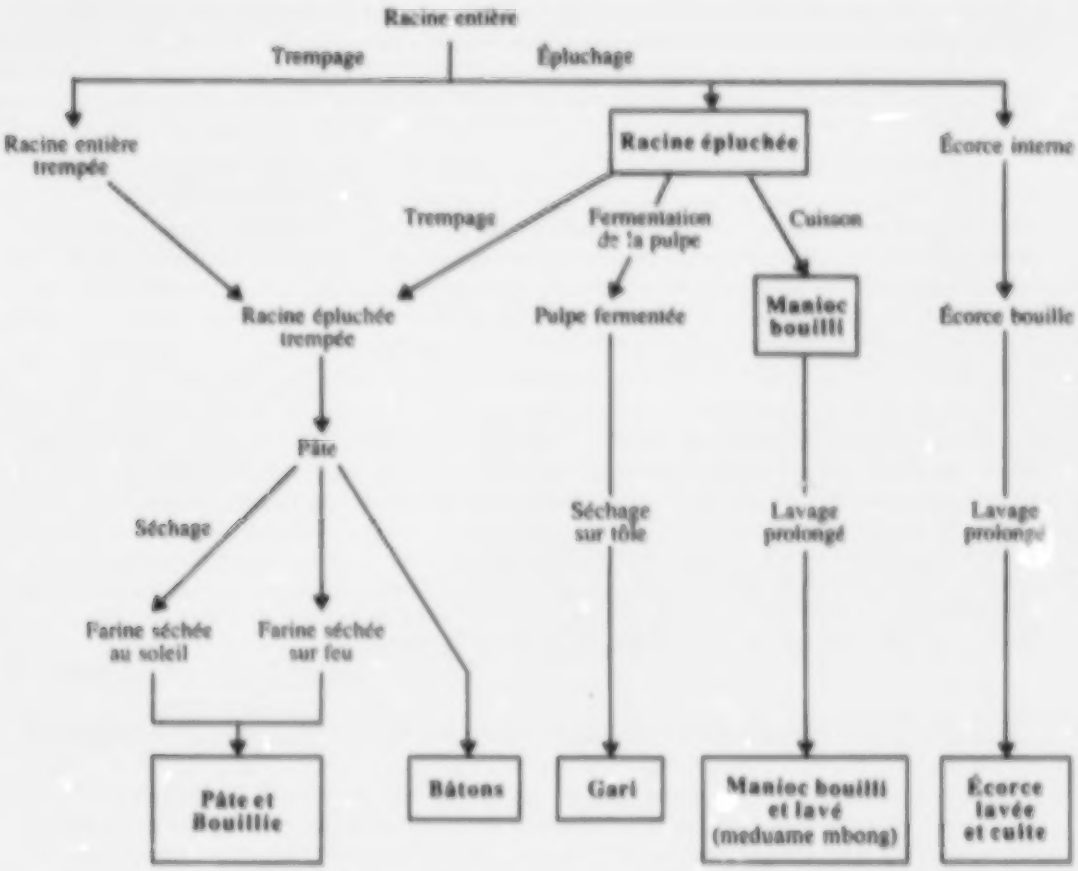


Fig. 1. Méthodes traditionnelles de transformation des racines de manioc (les formes directement consommables sont encadrées).

peut également ajouter les cossettes qui sont une forme transitoire de conservation, destinées à la transformation en farine (Fig. 1).

TECHNIQUES TRADITIONNELLES

FABRICATION DES BÂTONS DE MANIOC — Il y a quatre étapes distinctes, soit l'épluchage, le trempage, le broyage et l'emballage.

Épluchage : La racine du manioc possède deux enveloppes, l'écorce externe, fine, se détachant facilement, et l'écorce interne (ou phelloderme) de couleur blanchâtre, épaisse, adhérant plus au moins fortement à la pulpe. Quoique plus riche en éléments nutritifs que la pulpe, l'écorce interne est rejetée en raison de sa teneur élevée en glucosides cyanogénétiques. Traditionnellement, l'épluchage est manuel; il se fait à l'aide d'un couteau ou d'une machette. C'est une opération fastidieuse : le rendement est d'environ 200 kg de manioc par jour.

Trempage : Dans le but d'éliminer le manihotoxoside et de ramollir les racines pour un défibrage et un broyage faciles, le manioc est mis à séjourner dans de l'eau pendant 3 à 6 jours.

Broyage : Pour le broyage, on utilise une meule dormante composée d'une lourde pierre plate et d'une molette, pierre cylindrique de 2 à 3 kg. Le broyage est astreignant et le rendement, généralement faible, dépend également de la quantité de déchets (fibres non ramollies par le trempage) contenue dans la racine.

Emballage : Après le broyage, la pâte est modelée et enveloppée dans des feuilles de liane, ficelée et cuite soit à l'eau, soit à l'étuvée. Sous cette forme, le manioc peut être facilement transporté sans dommage et conservé pendant plusieurs jours, voire des semaines.

Tableau 2. Variations du poids et de la teneur en humidité durant la préparation du gari.

Produit	Poids (kg)	Poids sec (kg)	Humidité (%)
Racines entières fraîches	100	53	65
Pulpe	75	29	62
Pulpe pressée	53	27	50
Amidon	30	25	90
Gari non fini	28	25	10
Gari fini	27	24	10

FABRICATION DU GARI — Sept étapes sont nécessaires à la fabrication du gari : l'épluchage, le râpage, le pressage, l'émiettage-tamisage, la garification et le tamisage.

Épluchage : La technique est la même que celle qui sert à la fabrication des bâtons de manioc. Le rapport épluchures/racine entière est de 1:4 (Tableau 2).

Râpage : Dans le processus traditionnel, le râpage se fait en frottant les racines épluchées sur une feuille de tôle perforée et fixée sur des montants de bois. C'est une opération qui nécessite de l'habileté et de la concentration. Les accidents, surtout des blessures graves aux doigts, sont fréquents. Le rendement de cette opération est de l'ordre de 20 kg/personne par heure.

Pressage : La pulpe humide qui contient 65 % d'eau est pressée dans des sacs sur lesquels sont disposés des poids. Quand la quantité traitée le permet, plusieurs sacs sont empilés les uns sur les autres, ce qui facilite le pressage. Le pressage dure de 3 à 4 jours au cours desquels la pulpe fermente. Une bonne fermentation prend environ 30 jours.

Émiettage-tamisage : Après le pressage, la pulpe se prend en une masse compacte qui doit être émiettée et ensuite passée à travers un tamis. Cette opération destinée à éliminer les fibres et les particules grossières est effectuée à l'aide d'un tamis traditionnel fait de fibres tressées. La pulpe humide est constamment remuée avec la main. Le rendement de cette opération est d'environ 100 kg/personne par jour.

Garification : Au cours de cette opération, la pulpe est grillée et séchée, donnant lieu à un gari non fini (Tableau 2). Puis, le produit se gélifie, opération qui donne sa particularité au gari. La garification se fait dans des moitiés de gourde ou dans de grandes cuvettes en argile cuite placées sur un feu de bois. C'est une opération pénible en raison de l'inconfort qui en résulte pour le préposé du fait qu'il se trouve en contact avec la chaleur et la vapeur émises par la pulpe humide chauffée. Une personne ne produit guère plus de 50 kg de gari par jour.

Tamisage : Plus facile que dans le cas de la pulpe humide, le tamisage du produit cuit se fait également à l'aide d'un tamis en fibres tressées, mais à mailles plus fines. Ce tamisage est destiné à affiner la granulométrie du produit fini.

FABRICATION DES COSSETTES ET DE LA FARINE DE MANIOC — Après l'épluchage, le manioc est lavé, coupé en petits morceaux, puis mis à sécher au soleil sur des claies ou à même le sol nu ou cimenté. Il faut 4 jours (saison sèche) ou 8 jours (saison pluvieuse) pour obtenir un produit sec. La lenteur et les conditions peu hygiéniques du séchage traditionnel font que le produit final est souvent envahi par des moisissures qui lui donnent une coloration verdâtre. Dans certaines régions, les cossettes sont également séchées sur un feu de bois. Les cossettes séchées peuvent être entreposées pendant longtemps et ne sont moulues qu'au fur et à mesure des besoins. La farine s'obtient par pilage à l'aide d'un mortier et d'un pilon ou par mouture à l'aide d'une meule de pierre. Il est rapporté que 12 kg de cossettes séchées peuvent être pilées par une personne en 20 minutes. La farine de manioc entre dans la préparation de pâtes et de foufou. Dans les pays d'Afrique centrale, la farine de manioc est obtenue également à partir de la pâte séchée de manioc trempé. Les cossettes, une fois bien séchées, sont une bonne façon d'entreposer le manioc.

TECHNIQUES ARTISANALES

De nombreux travaux de recherche et de développement ont été entrepris avec plus ou moins de succès pour améliorer le travail des femmes exécutant les différentes opérations de transformation du manioc. Ces améliorations ont porté essentiellement sur les opérations les plus pénibles et les plus fastidieuses comme l'épluchage, le râpage ou le broyage des cossettes séchées. Bien que très pénibles, les méthodes de tamisage de la pâte fraîche et de garification n'ont pas fait l'objet de modifications fondamentales.

ÉPLUCHAGE — Des techniques d'épluchage mécanique (abrasion) ont été étudiées et expérimentées, mais, à l'heure actuelle et vraisemblablement à court terme, la mécanisation de cette opération de manière efficace et rentable ne paraît pas réalisable au niveau artisanal. Présentement, l'épluchage mécanique entraîne un taux de perte plus élevé (33 % contre 25 % pour l'épluchage manuel) et nécessite un complément de travail manuel import...[illegible].

RÂPAGE — Il s'agit de l'opération sur laquelle ont porté la plupart des améliorations. Ces dernières se sont traduites par l'introduction sur le marché africain d'un certain nombre de machines à râper composées d'un moteur et d'un ensemble trémie-râpe. Si les moteurs sont toujours importés, la partie trémie-râpe est presque toujours fabriquée localement. Bien que constituant une étape supplémentaire dans le processus de fabrication, les râpes mécaniques affranchissent les femmes d'une tâche astreignante et permettent d'augmenter les quantités transformées, et partant de réduire les pertes de façon significative.

BROYAGE DES COSSETTES — Exclusivement manuel dans le système traditionnel (mortier et pilon ou meules de pierre), le broyage se fait actuellement mécaniquement dans les régions où l'on a introduit des broyeurs à marteaux.

TAMISAGE DE LA PÂTE HUMIDE — La nature compacte et humide de la pâte après pressage ne facilite pas le tamisage. Des machines expérimentales ont été mises au point dans certains établissements (Université de Nsukka, Nigéria), mais toutes les conditions permettant leur vulgarisation (essai en grandeur nature, efficacité et rentabilité par rapport au système traditionnel, etc.) ne sont pas encore maîtrisées.

GARIFICATION — Après le râpage, la garification est l'opération la plus difficile dans le processus de transformation du manioc. En dépit de l'existence de quelques équipements tels que les fours de garification métalliques munis de cheminées et d'un système de brassage mécanique, la garification n'en continue pas moins de se faire de façon traditionnelle, bien que beaucoup de producteurs de gari aient adopté des techniques améliorées pour les autres opérations. Cela semble tenir à la spécificité de cette opération qui combine la gélification et la cuisson des particules de manioc. La ménagère a, de façon empirique, une grande maîtrise de cette opération; toutefois, cela ne veut pas nécessairement dire qu'elle pourrait utiliser avec succès une technique améliorée. La qualité du produit fini, et donc son acceptation par les consommateurs attachés à leurs habitudes, dépend beaucoup de la garification. On comprend dès lors la réticence à l'égard des améliorations technologiques proposées. En dehors des aspects purement techniques de la garification, il y a le problème de la consommation de l'énergie pour la cuisson. Des foyers améliorés permettant de réaliser des économies de combustible et permettant à la femme de travailler à l'abri du feu et de la fumée ont été introduits dans certaines régions. Ce genre d'équipement devrait connaître un plus grand développement.

TECHNIQUES INDUSTRIELLES

L'industrie de la transformation du manioc, qui produit des farines comestibles utilisables dans la préparation d'aliments traditionnels, en association avec d'autres farines, et dans la planification ou dans la fabrication de produits de grande consommation comme le gari et le bâton de manioc, connaît un développement très modéré en Afrique. En dehors des féculeries, les établissements de transformation de manioc semblent faits d'une juxtaposition de matériels hétéroclites. Il en résulte une incompatibilité des équipements et une incohérence des lignes de transformation avec comme conséquence des résultats plutôt décevants sur les plans technique et

économique. Dans le domaine du traitement industriel du manioc, le secteur de la recherche et du développement a encore beaucoup à faire pour améliorer les techniques et les matériels existants. D'une façon générale, les améliorations technologiques au niveau industriel ont surtout visé la transposition à une échelle plus grande des opérations des systèmes traditionnels et artisanaux, en les mécanisant. Dans la plupart des cas, ces améliorations se sont faites au détriment de la qualité des produits finis, ce qui s'est souvent traduit par un échec commercial plus ou moins grand.

Les expériences d'industrialisation les plus intéressantes dans le domaine sont celles du Congo pour la fabrication de la farine de manioc, de la Côte d'Ivoire pour celle de la farine et l'attiéké, du Gabon pour le traitement du manioc et du Nigéria pour la production du gari. Il est intéressant de citer quelques opérations qui, dans les technologies traditionnelles et améliorées, constituent des goulots d'étranglement et qui ont trouvé, dans ces usines, des solutions plus ou moins satisfaisantes :

- À l'usine de fabrication de farine à Mantcoumba au Congo, il a été mis au point, avec la participation de la Société Bertin (France), une épluceuse mécanique offrant un rendement de 700 kg/heure. Cependant, le système nécessite un parage manuel.
- La Société I2T, dans son usine de Toumodi en Côte d'Ivoire, a conçu une technique d'épluchage en continu comportant une phase de dépelliculage pour débarrasser la racine de l'écorce externe appelée peau, une phase de laminage et de séparation au cours de laquelle la pulpe, et non le phelloderme et les fibres de la racine, est broyée (les composantes du broyat sont ensuite séparées par laminage) et une phase d'affinage qui permet d'obtenir une pulpe broyée, débarrassée des fibres restantes. Ainsi se trouvent donc combinés en cette opération unique l'épluchage et le râpage des racines.
- Au Nigéria, dans l'usine du Federal Institute of Industrial Research of Oshodi (FIIRO), la garification se fait en continu. La pâte pressée et émiettée est introduite dans un cuiseur comportant des racleurs où elle subit une cuisson directe sous l'effet de la chaleur dégagée par le feu d'un brûleur à huile. Après cette cuisson, les granulés sont acheminés dans un séchoir rotatif où ils sont asséchés par un courant d'air chaud jusqu'à ce que leur teneur en humidité atteigne 12 %.

La mécanisation du processus de fabrication du gari, de la farine et du bâton de manioc dans des conditions de bonne rentabilité des unités de production (tout en maintenant les qualités des produits finis recherchés par le consommateur) nécessite de grandes quantités de matière première. Les produits finis étant stables et se conservant bien, cela aura un impact important sur la réduction des pertes post-récoltes.

IGNAMES

En Afrique, malgré leur grande importance dans l'alimentation, les ignames sont presque exclusivement transformées à l'aide des techniques traditionnelles. D'une façon générale, l'igname est coupée en morceaux et bouillie ou pilée à l'aide d'un mortier et d'un pilon pour donner une pâte glutineuse (le foufou) qui se mange accompagnée de sauces (Fig. 2). Les seules formes de transformation des ignames sont les cossettes d'igname séchées et la farine obtenue à partir de ces cossettes. Ces produits se conservent bien.

Des recherches ayant porté sur la fabrication de farine instantanée d'igname ont montré que le produit, une fois reconstitué, n'a pas les qualités et les caractéristiques de la farine obtenue à partir des cossettes. Les techniques de production de farine instantanée d'igname ne permettent pas de désintégrer les cellules afin de libérer la fécule qui confère au foufou cette consistance gélatineuse caractéristique. La recherche se poursuit dans ce domaine. Notons enfin qu'il est possible d'obtenir industriellement des flocons à partir de l'igname, mais cette technique de transformation n'est pas encore d'un usage courant en Afrique.

EFFET DES OPÉRATIONS DE TRANSFORMATION DU MANIOC SUR LA QUALITÉ DU PRODUIT

L'épluchage permet d'éliminer plus de 50 % des glucides non digestibles tout en conservant plus de 80 % de l'énergie alimentaire (calories), mais il y a également perte de protéines, de calcium, de vitamines (thiamine et riboflavine), de matières minérales totales et d'acide ascorbique (Tableau 3). Le rejet de l'écorce est bénéfique sur le plan de la toxicité puisque sa concentration en glucosides cyanogénétiques peut être de 2,6 fois plus élevée que celle de la chair chez les variétés de manioc amères et jusqu'à dix fois plus élevée chez les variétés douces.

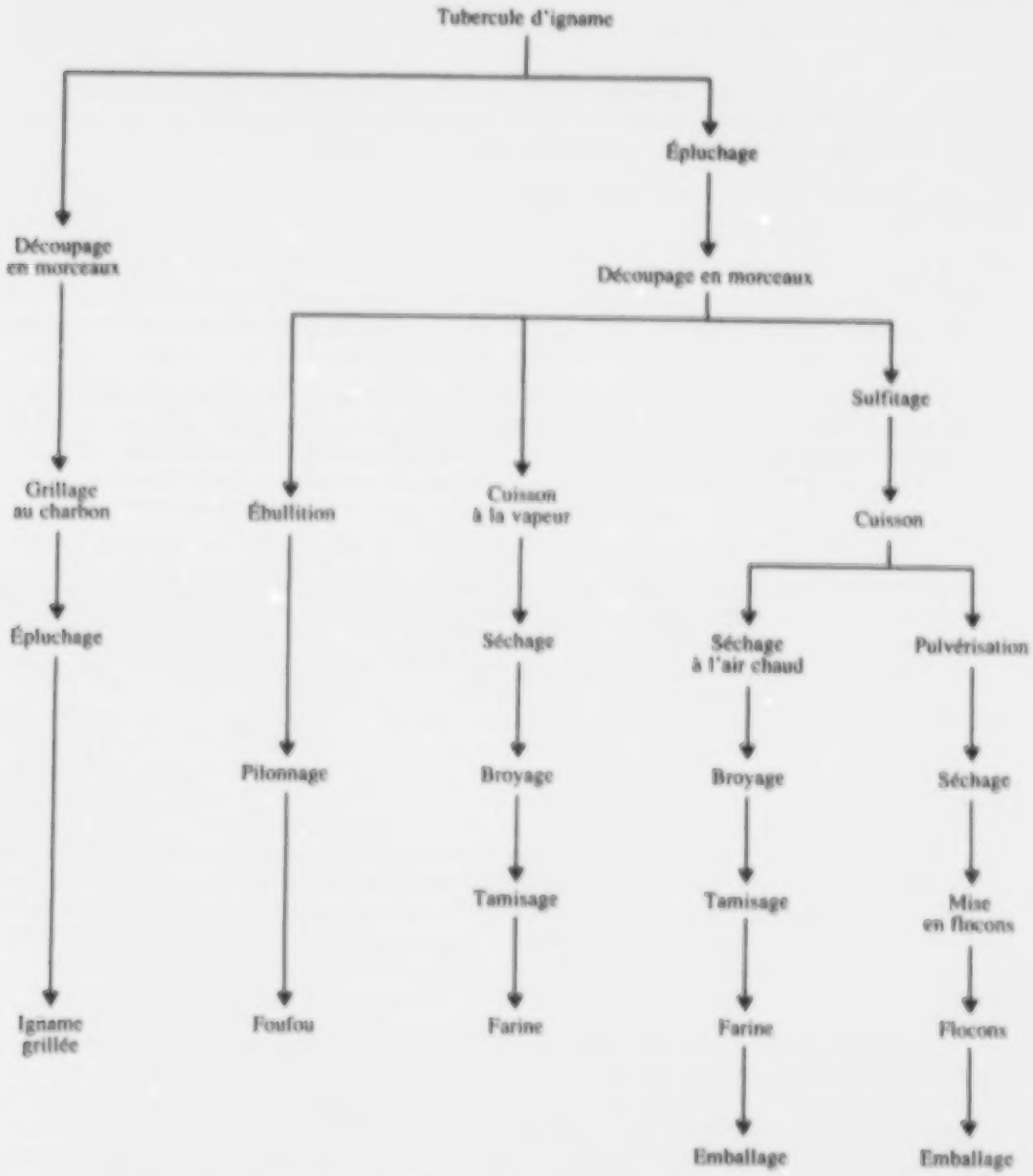


Fig. 2. Méthodes traditionnelles de transformation de l'igname.

Le trempage détoxifie le manioc, ce qui se traduit par une forte diminution de sa teneur en acide cyanhydrique. Le trempage, cependant, n'a pas que des effets bénéfiques car, avec la disparition des glucosides cyanogénétiques, il se produit une diminution d'éléments nutritifs par dissolution (Tableau 3). Il a été noté par contre qu'un long trempage, de par la fermentation qui se produit, permet la synthèse de la riboflavine.

La préparation de bâtons de manioc, si elle permet de récupérer environ 55 % de la matière sèche, des glucides et des calories et plus de 60 % de la riboflavine se trouvant dans la racine entière, entraîne cependant une perte des autres éléments nutritifs, en particulier la vitamine C, qui peuvent disparaître complètement. Au cours de la préparation du gari, l'opération de râpage diminue la teneur en vitamine C (62 % dans la racine épluchée, 51 % dans la pulpe); lors du pressage-fermentation, l'eau de pressage entraîne de 21 à 28 % des sels minéraux ainsi que de grandes quantités de thiamine et d'acide ascorbique (29 et 75 % respectivement). Au cours de la garification, plus de la moitié de l'acide ascorbique restant dans la pulpe fermentée est perdue, ainsi que 20 et 13 % des vitamines B et B_1, respectivement.

Il résulte de tout ceci que les transformations permettent certes d'obtenir des produits qui se conservent mieux, ce qui est très important dans le cas de denrées hautement périssables comme le manioc; cependant, compte tenu des diverses pertes en éléments nutritifs, les produits transformés ont une valeur nutritionnelle peu élevée avec ce que cela comporte comme aggravation de l'équilibre des rations alimentaires des populations.

ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Comme dans le cas des autres denrées alimentaires, la transformation traditionnelle du manioc est une activité réservée à la femme. Compte tenu de la disponibilité des plantes-racines et de l'étalement des récoltes tout au long de l'année afin de limiter les pertes, les travaux de transformation n'ont pas un caractère saisonnier marqué. Bien que constituant une activité familiale (faisant appel aux femmes et aux enfants), la transformation est dans certains cas accomplie en collaboration par deux ou plusieurs familles, surtout pour les opérations constituant des goulots d'étranglement comme l'épluchage, le râpage manuel et la garification.

L'introduction de techniques améliorées bouleverse cette organisation sociale dans la mesure où l'homme (qui seul manipule la machine) est amené à participer au processus de transformation. Dans certaines régions, la mise en oeuvre de techniques améliorées s'accompagne de la mise

Tableau 3. Effet des différentes étapes de la préparation sur la valeur nutritionnelle du manioc.

	Épluchage	Trempage sans l'écorce (racine épluchée)	Trempage avec l'écorce (racine épluchée)	Pressage/ fermentation (pulpe)	Garification (pulpe)
Matière sèche	-12	-7	-8	-1	-5
Énergie alimentaire (calories)	-19	-8	-7	-1	-4
Protéines	-53	-45	-11	-17	-6
Matière grasse	-17	-12	-18	-36	0
Glucides totaux	-18	-8	-7	0	-5
Glucides non digestibles	-54	-20	-26	-3	-4*
Cendres	-37	-47	-25	-21	-11
Calcium	-48	-31	-11	-21	-3
Phosphore total	-17	-48	-18	-21	-3
Phosphore phytique	-17	-71	-38	-28	-1
Fer	-86	-12	-1	0	+124
Niacine	-29	-54	-25	-34	-3
Vitamine B_1	-57	-41	-24	-29	-20
Vitamine B_2	-47	-50	-66	-8	-13
Vitamine C	-38	-76	-75	-75	-54

Remarque : Les valeurs représentent la perte ou le gain en pourcentage par rapport au produit de départ.
Source : Favier (1980).
* On a obtenu une valeur de + 194, mais cela était attribuable principalement à la couche d'huile revêtant le bol de cuisson.

Tableau 4. Données économiques sur diverses techniques de transformation.

	Techniques traditionnelles	Techniques semi-mécanisées	Techniques artisanales	Techniques industrielles
Capacité (t/jour)	1	2	4	15[a]
Production de gari (t)	0,20	0,44	1,00	3,75
Rendement (%)	20	22	25	25
Investissement initial (en millions de XOF)[b]				
Bâtiment	0,5	0,5		
Équipement	0,05	0,3	10	250
Main-d'oeuvre (nombre de personnes)	12–15	30	16	11[c]
Consommation d'énergie				
Bois de chauffage (XOF)	1 600	3 600		
Combustible (L/t manioc)		20	36	34
Frais de production du gari (XOF/kg)				
Frais fixes	22,5	23	11,5–15,6	23–28
Frais variables	88	87	72,7	72,2

Source : BEFTA (1982).
[a] Journée de travail de 8 heures.
[b] En mars 1987, 309 FCFA de la BCEAO (Banque centrale des États de l'Afrique de l'Ouest) (XOF) = 1 $ US.
[c] Nombre de personnes par équipe.

en place de structures coopératives pour faciliter l'acquisition des équipements et pour assurer leur rentabilité parce que, très souvent, le coût des équipements dépasse les possibilités d'investissement des agriculteurs (Tableau 4) et que la taille des exploitations familiales ne permet pas de disposer de matière première en quantité suffisante. L'utilisation des techniques artisanales en milieu rural pose d'autres problèmes importants, comme celui de la main-d'oeuvre qualifiée pour l'utilisation et la maintenance des machines et surtout celui de l'énergie nécessaire au fonctionnement des machines. L'électricité et les autres sources d'énergie conventionnelles étant rares dans les zones rurales, il convient que les travaux de recherche et de développement soient orientés vers la mise au point de techniques qui, à la fois, ne nécessitent pas une main-d'oeuvre hautement qualifiée pour leur mise en oeuvre et soient susceptibles d'utiliser les sources d'énergie nouvelles et renouvelables.

Le Centre régional africain de technologie (CRAT) de Dakar, au Sénégal, en collaboration avec le Food Research Institute (FRI) du Ghana, a initié un projet d'une unité de transformation de manioc qui obéit à ces préoccupations. On vise non seulement à mettre au point des outils et de l'équipement adaptés au monde rural mais aussi à intégrer les problèmes techniques de la transformation proprement dite aux problèmes de besoins en énergie. L'utilisation des sous-produits de l'épluchage et du râpage pour la production d'énergie nécessaire à la transformation a été retenue dans ce projet.

Il apparaît évident que c'est la réduction des coûts des techniques améliorées, et surtout des frais d'exploitation consécutifs à leur mise en oeuvre, qui rentabilisera leur utilisation et favorisera leur vulgarisation. Ceci ne semble pas encore être le cas des techniques artisanales et industrielles actuellement existantes dans le domaine de la transformation du manioc.

Conclusions

Bien que les techniques traditionnelles permettent d'obtenir des produits dont les qualités organoleptiques plaisent aux consommateurs, elles montrent vite leurs limites quant à leurs conditions d'utilisation, à leur faible rendement, à la qualité hygiénique des produits, à leur faible contribution à la solution des problèmes de perte et à la faiblesse des quantités qu'elles permettent de traiter. Les techniques industrielles auraient un impact franchement positif sur la réduction des pertes si de sérieux handicaps socio-économiques ne limitaient leur adoption. Compte tenu du niveau de développement industriel des pays africains et de leur niveau de production (petites exploitations familiales à rendement faible et large répartition géographique), les techniques post-récoltes utilisées au niveau de l'industrie artisanale semblent constituer

actuellement la solution la plus efficace aux problèmes de traitement des plantes-racines et des tubercules en milieu rural. L'introduction bien planifiée de techniques artisanales basées sur des techniques traditionnelles améliorées permettrait aux plantes-racines et aux tubercules de jouer pleinement leur rôle en matière d'autosuffisance alimentaire sur le continent africain.

De nombreux établissements de recherche et de développement travaillent, sur les plans national et régional, à augmenter la productivité et le rendement des plantes-racines et des tubercules ou à améliorer les techniques de transformation. Dans le domaine relatif aux problèmes de la production, des résultats appréciables ont été obtenus entre autres par l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT) et le Centre international d'agriculture tropicale (CIAT). Ils mettent au point de nouvelles variétés plus productives, plus résistantes aux maladies et aux autres ennemis et mieux adaptées aux conditions écologiques de la région. À ces nouvelles variétés doivent correspondre des techniques de traitement bien adaptées allant de nouvelles méthodes de récolte à la transformation des plantes-racines et des tubercules en produits finis comestibles. Il se trouve malheureusement que, bien souvent, les efforts de recherche sur la production ne sont pas liés à ceux qui portent sur le traitement post-récolte. Une approche globale sous forme de projet régional auquel participeraient des établissements tant nationaux que régionaux doit être envisagée. Ces établissements travailleraient de concert à la recherche de solutions viables. Ce projet aurait comme objectifs généraux la coordination des deux aspects de la recherche et du développement liés à la production et à la transformation des plantes-racines et des tubercules et une meilleure conjugaison des efforts dans les deux domaines afin d'éviter les chevauchements inutiles et de permettre une utilisation maximale des ressources afin d'obtenir des résultats concluants dans les meilleurs délais.

RECOMMANDATIONS

OBJECTIFS

Un projet intégré visant l'amélioration des méthodes de production, de la qualité et des techniques post-récoltes devrait associer, dans un réseau régional, les établissements africains tant nationaux que sous-régionaux et régionaux travaillant dans les domaines de la production et du traitement des plantes-racines et des tubercules. Des établissements compétents hors d'Afrique pourraient être associés à ce projet dont la réalisation s'échelonnerait sur environ 5 ans. Le projet viserait les sept objectifs précis suivants :

- Mettre en oeuvre un programme de recherche pour améliorer le rendement, la résistance au bourgeonnement, les propriétés d'entreposage permettant d'améliorer la résistance aux attaques des insectes, les caractéristiques des produits traités et l'adaptabilité à la récolte et au traitement mécaniques.
- Élaborer des méthodes pour produire du matériel de multiplication approprié, utilisant la culture de tissus, la culture de plastes et d'autres méthodes nouvelles.
- Développer des activités de recherche et de développement en vue de l'amélioration des techniques traditionnelles et de l'établissement de techniques appropriées au traitement des tubercules afin de parvenir à une meilleure réduction des pertes post-récoltes et de faciliter la commercialisation et la distribution des récoltes.
- Mettre au point et développer un système de transformation du manioc à petite échelle, surtout pour l'épluchage, le râpage, le tamisage et la cuisson.
- Promouvoir le développemnent des compétences locales pour la mise au point de techniques viables pour le traitement des plantes-racines et des tubercules.
- Passer en revue les travaux en cours, établir les paramètres influant sur la qualité de l'entreposage des plantes-racines et des tubercules, et diffuser les connaissances et les résultats des recherches en matière d'entreposage, comme par exemple, la ventilation, l'éclairement diffus, la protection, le traitement aux hormones et l'emploi de techniques d'irradiation.

- Mettre au point et diffuser de l'information sur la mise au point et l'amélioration des méthodes de transformation des plantes-racines et des tubercules.

JUSTIFICATION

Les plantes-racines représentent 31 % des principales denrées alimentaires de base produites en Afrique subsaharienne et sont la principale source d'énergie alimentaire pour plus de 300 millions de personnes sur le continent. Les feuilles des plantes-racines comestibles (manioc) sont utilisées comme légumes de choix et elles fournissent des protéines, des vitamines et des sels minéraux. Du point de vue biologique, les plantes-racines contiennent plus d'énergie alimentaire que toute autre denrée, spécialement dans les zones tropicales. Les plantes-racines et les tubercules produisent non seulement un volume élevé de glucides comestibles, mais ils ont également une teneur en protéines élevée. La feuille de manioc a une teneur en protéine brute variant de 26 à 41 % et la feuille de patate douce, de 13 à 28 %, sur la base du poids sec.

En dépit de ces avantages évidents, l'accent mis sur les activités de recherche et de développement relatives aux plantes-racines n'est guère proportionnel à leur importance en tant que cultures vivrières et, de plus en plus, en tant que cultures servant à la transformation et à l'alimentation animale. De plus, tous les autres aspects des divers projets de recherche et de développement, comme les efforts en vue d'accroître la production, d'améliorer la qualité ou de développer de nouvelles techniques de transformation, n'ont pas été intégrés dans un projet visant à régler les problèmes liés aux contraintes biologiques, au manque de matériel de plantation et à l'entreposage, lesquels mériteraient une plus grande attention.

CONTRAINTES BIOLOGIQUES

Des progrès significatifs ont été enregistrés dans le cadre de programmes conjoints menés par les établissements nationaux et l'IITA portant sur la production de variétés de manioc à haut rendement, très résistantes à la brûlure bactérienne et à la mosaïque. Ces variétés résistent également aux insectes tels que la cochenille du manioc et le tétranyque vert du manioc. De la même façon, des variétés prometteuses d'igname, de patate douce et de taro ont également été sélectionnées. Ces variétés ont été mises à l'essai et adaptées dans certains pays, mais l'on doit cependant poursuivre et intensifier les efforts en ce sens.

Jusqu'à maintenant, les principaux critères de sélection ont été le rendement élevé et la résistance aux maladies et aux insectes. Quelques travaux ont été menés en vue de choisir des variétés adaptées à la plantation et à la récolte mécaniques, au traitement mécanique et à l'entreposage sur une longue période. Il devient nécessaire d'entreprendre des travaux de recherche et de développement afin de produire des variétés dotées de certaines caractéristiques telles que l'uniformité de la taille et de la forme des tubercules (pour la récolte et le traitement mécanisés), une faible teneur en acide cyanhydrique, une meilleure composition chimique pour la transformation, des qualités mieux appropriées à l'entreposage, un faible niveau de pourriture, la suppression du bourgeonnement (pour l'igname), des pertes post-récoltes réduites et la possibilité d'une multiplication rapide.

MATÉRIEL DE PLANTATION

Le développement de techniques appropriées en vue d'assurer la multiplication rapide et la distribution de matériel de plantation sain doit devenir une activité de recherche et de développement prioritaire si l'on veut améliorer la production de plantes-racines et de tubercules. On peut comprendre l'importance de ces travaux si l'on pense que un cinquième de la production d'ignames est utilisée comme matériel de plantation. Pour chaque hectare cultivé, il faut environ 3 t de matériel de plantation, et le producteur rural ne possède pas les moyens financiers lui permettant d'acheter ce matériel.

L'IITA, en collaboration avec les établissements nationaux de recherche en Afrique, a mis sur pied une technique pour la multiplication rapide du manioc et de l'igname. La technique utilisée

pour l'igname est appelée «technique de production d'ignames de semence» et fait appel à l'utilisation d'engrais minéraux et de paillis en plastique. Il faudrait entreprendre d'autres travaux de recherche et de développement pour améliorer la «technique de production d'ignames de semence» visant la réduction des coûts de production.

RÉSEAU D'EXPÉRIMENTATION

Les techniques existantes (variétés améliorées et multiplication rapide) doivent être mises à l'essai et évaluées dans différents pays. Il en va de même pour les nouvelles techniques qui seront conçues dans le cadre de ce projet et qui seront adoptées, après essais, par divers pays. À cet égard, il est nécessaire de lancer des projets pilotes dans cinq pays représentatifs des différentes zones écologiques en Afrique. Après cette expérience pilote, du matériel de plantation approprié sera distribué aux différents établissements nationaux qui en feront la multiplication.

TECHNIQUES POST-RÉCOLTES

Les stratégies de développement en Afrique attachent une grande importance à l'amélioration des techniques traditionnelles dans le cadre de l'amélioration de la qualité de la vie dans les zones rurales où vit et travaille la majorité de la population. Cette stratégie est fondée sur le principe selon lequel, en Afrique, le développement n'a de sens que s'il s'articule autour des zones rurales. En outre, elle repose sur la nécessité d'aboutir à un équilibre entre le développement des zones rurales et celui des zones urbaines afin de ralentir l'exode rural.

Cette tentative de développement des zones rurales se traduit en général par un développement intégré des ressources afin d'assurer le développement de la production agricole et alimentaire et la création d'industries agricoles à petite échelle. Les techniques traditionnelles constituent un bon point de départ pour recueillir des connaissances pour la reconstruction d'une infrastructure industrielle autonome dans les zones rurales.

Les méthodes traditionnelles de transformation des plantes-racines demandent généralement beaucoup d'efforts et prélèvent des femmes. L'amélioration de ces méthodes permettrait non seulement d'alléger l'effort requis mais également d'augmenter le revenu des femmes. Un objectif important du projet consiste donc à mettre l'accent sur la nécessité d'améliorer les systèmes traditionnels afin de répondre aux besoins nationaux en matière de production alimentaire, en promouvant la production et la consommation de denrées alimentaires de base. Un programme conjoint permettrait d'explorer toutes les ressources technologiques, dans l'intérêt de tous les participants.

ENTREPOSAGE

La décomposition provoquée par des champignons, des bactéries et des nématodes commence dans les champs et se poursuit au cours de l'entreposage. Elle entraîne des pertes énormes au cours de l'entreposage. La germination des tubercules d'igname, les attaques des insectes et des rongeurs contribuent également à augmenter les pertes pendant l'entreposage, qui peuvent s'élever entre 30 et 40 % de la production totale. La reproduction de variétés ayant une meilleure aptitude à l'entreposage constitue un moyen pour réduire les pertes, mais des activités de recherche et de développement sont nécessaires pour déterminer les divers paramètres biologiques, physiques et écologiques susceptibles d'influer sur l'entreposage et pour concevoir de meilleures conditions d'entreposage pour l'igname. On pourrait étudier des techniques de pointe, comme l'irradiation, visant la suppression de la germination de l'igname.

RÉSULTATS ESCOMPTÉS

AMÉLIORATION DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

Le projet devrait viser l'amélioration de la qualité des plantes-racines et des tubercules de quatre façons. En premier lieu, on pourrait identifier et vulgariser des variétés à rendement élevé qui répondent aux conditions et aux particularités d'exploitation et de traitement dans les différentes zones de production. En deuxième lieu, on pourrait établir des sites d'essais et d'expérimentation utilisant les variétés nouvelles mises au point. En troisième lieu, on pourrait mettre sur pied un réseau composé d'établissements nationaux pour la production de matériel de propagation. En quatrième lieu, on pourrait identifier des paramètres d'expérimentation pour la prolongation de la durée de l'entreposage des plantes-racines et des tubercules faisant appel aux traitements aux hormones et aux techniques d'irradiation.

TECHNIQUES POST-RÉCOLTES

On a mis au point des techniques améliorées et plus appropriées à partir des techniques traditionnelles utilisées pour transformer les plantes-racines et les tubercules, et des études ont été faites visant à adapter ces techniques à de l'équipement approprié. Des programmes de recherche et de développement portant sur de nouvelles techniques de transformation des aliments, comme le séchage direct du manioc juste après la récolte ont été mis en oeuvre. Des unités pilotes et des unités de démonstration, adaptées aux différentes plantes-racines, utilisant des techniques viables qui pourraient servir aux petites entreprises de transformation au niveau rural, ont été installées.

On pourrait faire des travaux d'évaluation dans divers pays présentant des conditions différentes de production et de transformation dans les zones de culture des plantes-racines. Ces travaux viseraient à décrire les méthodes de transformation et les facteurs de production et à identifier les contraintes, les problèmes et les besoins liés à la réduction des pertes ainsi que les problèmes techniques posés par les méthodes traditionnelles. On pourrait former des utilisateurs et des artisans provenant du secteur informel et de la petite métallurgie dans les unités pilotes et les unités de démonstration et leur montrer comment exploiter des plantations et comment entretenir, réparer et reproduire de l'équipement, en vue de renforcer les compétences locales en matière de fabrication et de gestion. On pourrait organiser des visites d'étude dans les unités de démonstration à l'intention des responsables et des entrepreneurs en vue de faciliter la vulgarisation des techniques nouvellement élaborées. On pourrait produire et distribuer des films avec commentaires sonores dans les langues locales et d'autres supports audio-visuels afin d'appuyer les activités de diffusion et de formation.

ACTIVITÉS À ENTREPRENDRE

AMÉLIORATION DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

Dans le cadre de l'amélioration des plantes-racines et des tubercules, il faut examiner les projets de recherche et de développement en cours dans les divers établissements régionaux et évaluer les résultats obtenus. Il faut mettre en place des programmes ayant pour objectif le développement de nouvelles variétés possédant des caractéristiques et des paramètres précis. Il faut établir cinq sites pilotes d'expérimentation afin d'évaluer les nouvelles variétés. Il faut entreprendre des travaux de recherche sur les méthodes de propagation et de multiplication rapides et définir les paramètres nécessaires à une bonne aptitude à l'entreposage. Il faut également faire l'essai de techniques d'irradiation et d'autres techniques.

TECHNIQUES POST-RÉCOLTES

Dans le cadre de l'amélioration des techniques post-récoltes des plantes-racines et des tubercules, il y a neuf activités qu'il faut entreprendre. Premièrement, il faut évaluer les résultats

obtenus afin d'identifier les connaissances pertinentes susceptibles d'être diffusées et les domaines pouvant être valorisés grâce aux compétences disponibles. Deuxièmement, il faut développer, à partir des besoins que l'on aura identifiés, des programmes coopératifs de recherche et de développement afin d'aider les établissements nationaux, sous-régionaux et régionaux. Troisièmement, il faut mener des expériences en laboratoire et des essais pilotes afin d'élaborer de nouvelles méthodes de transformation du manioc en utilisant l'énergie solaire et la biomasse. Quatrièmement, il faut établir cinq unités pilotes et de démonstration utilisant des techniques viables de transformation des plantes-racines et des tubercules, à partir des méthodes traditionnelles, des techniques améliorées et des nouvelles méthodes. Cinquièmement, il faut organiser des cours de formation dans les unités de démonstration pour les exploitants du secteur privé et de petites entreprises, afin de favoriser le développement de moyens locaux de transformation et la reproduction des unités de transformation. Sixièmement, il faut organiser des visites d'étude sur les lieux de démonstration à l'intention des responsables et des entrepreneurs. Septièmement, il faut évaluer les unités pilotes et les unités de démonstration. Huitièmement, il faut produire du matériel audio-visuel servant à la vulgarisation des techniques prometteuses. Neuvièmement, il faut produire des schémas sur les techniques démontrées, pour une plus grande diffusion.

MESURES À PRENDRE

AMÉLIORATION DES PLANTES-RACINES ET DES TUBERCULES

Les mesures nécessaires à la mise en oeuvre de cette partie du projet devraient comprendre ce qui suit :

- Personnel temporaire ou sous contrat à court terme (consultants, personnel auxiliaire temporaire).
- Analyse des documents existants, sélection et dissémination des meilleures variétés mises au point lors des travaux de recherche et de développement (acquisition de documents, analyse par les consultants et le personnel des établissements, distribution des rapports et des publications dans les pays).
- Travaux coopératifs de recherche et de développement pour la mise au point de nouvelles variétés de semences, fondés sur des paramètres spécifiques (matériel de laboratoire, équipement supplémentaire, analyses et rapports).
- Travaux coopératifs de recherche et de développement sur les paramètres physiques qui influent sur l'entreposage des plantes- racines et des tubercules (matériel pour les essais en laboratoire et les essais pilotes, analyses et rapports).
- Études en laboratoire des applications des techniques d'irradiation pour prolonger l'entreposage (fourniture de matériel aux établissements qui disposent des équipements adéquats, essais expérimentaux, rapports).
- Gestion et coordination du réseau d'établissements participant aux travaux coopératifs et à la gestion des essais expérimentaux sur le terrain (réunions au niveau du réseau, supervision et coordination des activités aux points importants du réseau).
- Choix de sites pour les essais pilotes sur les variétés disponibles et les variétés mises au point suite aux activités de recherche et de développement et pour les essais sur les structures et les dispositions d'entreposage (semences et autre matériel, équipement supplémentaire, personnel auxiliaire, coûts et transport, entretien des sites).
- Suivi et évaluation du projet.
- Rapports sur les activités et rapports finals, publications et diffusion des résultats.

TECHNIQUES POST-RÉCOLTES

Les mesures nécessaires à la mise en oeuvre de cette partie du projet devraient comprendre ce qui suit :

- Personnel temporaire avec des contrats de courte durée (consultants, personnel de soutien temporaire).
- Étude des techniques traditionnelles et analyse des facteurs et des besoins (élaboration des modalités d'enquête, identification des sites et des établissements nationaux qui se chargeront des travaux sur le terrain, collecte des données, coût des compilations, analyse des données recueillies, rapport sur les résultats, coordination).
- Travaux coopératifs de recherche et de développement pour la revalorisation des techniques traditionnelles et l'introduction de techniques nouvelles (matériel, équipement supplémentaire, laboratoire, essais, techniciens).
- Travaux coopératifs de recherche et de développement sur les nouvelles techniques de transformation (collecte et envoi de matériel brut, matériel pour la mise en place de nouvelles techniques, essais en laboratoire et essais pilotes sur de nouveaux équipements).
- Gestion des activités de coordination et des comités techniques.
- Mise en place de cinq unités pilotes et de démonstration utilisant des techniques appropriées (outils et équipement pour les unités, personnel de soutien pour la construction, frais de transport, exploitation et maintenance des sites).
- Formation sur le terrain dans les sites de démonstration, visites d'étude, bourses et programmes d'échanges (frais de voyage et indemnités journalières pour les participants et matériel de formation).
- Suivi et évaluation du projet.
- Production de supports audio-visuels et de schémas portant sur les techniques, aux fins de diffusion (films avec commentaires sonores dans les langues locales, diapositives, dessins).

Pour couvrir les coûts ci-dessus, il sera nécessaire de mobiliser l'assistance d'organismes étrangers. Les établissements africains participant au projet devraient assumer les autres coûts, tels que bureaux, laboratoires, installations de recherche et ateliers; chercheurs (parmi le personnel en place) qui participeront au projet; terrains pour les activités d'essais et d'expérimentation sur place; équipement de transport; et personnel pour l'organisation et l'exécution des essais sur le terrain, l'organisation des enquêtes sur le terrain et l'évaluation des rapports.

SOUTIEN FINANCIER

La Société internationale pour les plantes-racines tropicales (SIPRT) et l'Institut international d'agriculture tropicale (IIAT), en collaboration avec le Centre régional africain de technologie, s'emploieront à rechercher auprès d'organismes les ressources nécessaires à la mise en oeuvre du projet.

BIBLIOGRAPHIE

BEFTA. 1982. Appropriate technologies in the fruit processing and storage industries in Benin. BEFTA, Bénin.

Chinsman, B. 1982. Évaluation et choix de la technologie — le cas du traitement des racines et des tubercules. *In* Chinsman, B., éd., Compte rendu de l'atelier régional sur la production, le stockage, le traitement et la commercialisation des racines et tubercules en Afrique, Dakar, Sénégal, 22-26 novembre 1982. Centre régional africain de technologie, Dakar, Sénégal.

Coursey, D.G., Russell, J.D. 1969. A note on endogenous and biodeterioration factors in the respiration of dormant yam tubers. International Biodeterioration Bulletin, 5(1), 27-30.

Favier, J.C. 1980. Influence des techniques traditionnelles sur la valeur nutritionnelle du manioc et du sorgho. *In* Culture and technology: the conservation of foodstuffs cultivated in a hot, humid climate —

Proceedings of the 1st international symposium of technology (CIT), Yaoundé, Cameroun, 5-10 November 1979. Association des universités partiellement ou entièrement de langue française, Montréal, Québec, Canada. p. 195-223.

Passam, H.C. 1977. Sprouting and apical dominance of yam tubers. Tropical Science, 19(1), 29-39.

—— 1982. Dormancy of yams in relation to storage. *In* Miege, J., Lyonga, S.N., éd., Yams (Ignames). Clarendon Press, Oxford, Royaume-Uni. p. 285-293.

Thompson, A.K., Been, B.O., Perkins, C. 1977. Fungicidal treatment of stored yams. Tropical agriculture (Trinidad), 54(2), 179-183.

Treche, S. 1980. Évolution au cours de la conservation des potentialités nutritionnelles de quelques espèces cultivées au Cameroun. *In* Culture and technology: the conservation of foodstuffs cultivated in a hot, humid climate — proceedings of the 1st international symposium of technology (CIT), Yaoundé, Cameroun, 5-10 November 1979. Association des universités partiellement ou entièrement de langue française, Montréal, Québec, Canada. p. 247-273.

TECHNIQUES POST-RÉCOLTES TRADITIONNELLES UTILISÉES POUR LES PLANTES-RACINES ET LES TUBERCULES, AU CAMEROUN : SITUATION ACTUELLE ET PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION

F.A. Numfor[1] et S.N. Lyonga[2]

Les plantes-racines et les tubercules sont des aliments de base importants au Cameroun. En 1981–1982, le Cameroun a produit 1,9 million de tonnes de plantes-racines et de tubercules, contre environ 0,8 million de tonnes de céréales. Les méthodes traditionnelles de manutention et de transformation sont inadéquates et entraînent des pertes post-récoltes énormes. Afin de définir les secteurs de recherche prioritaires en matière de technologie post-récolte, une enquête a été faite sur les techniques existantes de manutention et de transformation des plantes-racines. La culture du manioc, des taros, des ignames et de la patate douce est répandue dans toutes les régions du pays; cependant, les unités commerciales de production ou de transformation à grande échelle sont rares. Les exploitations agricoles sont généralement de petite taille, et la récolte se fait soit en une fois soit au fur et à mesure des besoins. Il manque de structures d'entreposage perfectionnées. Comparativement aux céréales, les pertes de plantes-racines attribuables aux parasites sont minimes; par ailleurs, la plus grande partie des pertes post-récoltes sont dues à une mauvaise manutention, à des facteurs physiologiques et à des facteurs pathologiques. Seul le manioc est transformé traditionnellement en de nombreux produits; les autres plantes-racines sont généralement consommées telles quelles, comme légumes. Les jeunes feuilles du manioc, du taro et parfois de la patate douce servent à l'alimentation humaine, mais seulement les tiges et les tubercules de patate douce sont donnés aux animaux. La présente enquête montre que la recherche sur les techniques post-récoltes au Cameroun devrait accorder de l'importance aux éléments suivants : la mise au point de techniques d'entreposage simples et efficaces; l'amélioration des méthodes existantes de manutention et de transformation, avec une attention spéciale aux normes d'hygiène et de qualité; le développement de produits industriels à partir des tubercules; la formulation de nouveaux aliments-minute concurrentiels; la fabrication d'aliments pour les animaux; et la collecte de données plus scientifiques sur les variétés de plantes-racines et les facteurs environnementaux.

Les principaux tubercules et plantes-racines tropicaux du Cameroun comprennent le manioc (*Manihot esculenta* Crantz), les taros (*Xanthosoma sagittifolium* et *Colocasia esculenta*), les ignames (*Dioscorea* spp.) et la patate douce (*Ipomea batatas*). Les autres plantes-racines et tubercules sont d'introduction récente ou ont une importance locale limitée. La présente enquête vise seulement les plantes-racines et les tubercules utilisés comme aliments de base et ne comprend pas, par conséquent, les plantes ayant des propriétés médicinales ou pharmacologiques.

Au Cameroun, la production totale des principaux tubercules et plantes-racines pour la saison 1981–1982 a été estimée à 1,9 million de tonnes, comparativement à 0,8 million de tonnes de céréales (sorgho, millet, maïs et riz) pour la même période (Tableau 1). Contrairement aux cultures commerciales et aux céréales, les plantes-racines et les tubercules ont donné lieu à très

1. Institut de la recherche agronomique, Yaoundé, Cameroun.
2. Institut de la recherche agronomique, Busa, Cameroun.

Tableau 1. Production, en milliers de tonnes, de plantes-racines, de tubercules et de céréales, au Cameroun, durant la saison 1981–1982

Culture	Province							
	Extrême-nord, Nord et Adamaoua	Nord-Ouest	Ouest	Sud-ouest	Littoral	Centre et sud	Est	Total
Manioc	51	64	86	64	80	194	100	630
Taros	20	160	227	115	67	197	62	819
Ignames	14	78	107	50	39	110	3	402
Patate douce	8	20	30	1	4	4	0,5	68
Total plantes-racines	93	322	451	230	190	675	166	1 927
Total céréales	401	127	164	15	30	29	19	785

Source : Ministère de l'Agriculture du Cameroun, 1982.

peu de recherche. Cependant, on a entrepris récemment des recherches en vue d'améliorer leur production. Par ailleurs, la connaissance des techniques post-récoltes demeure encore insuffisante.

Coursey (1967) a estimé à 25 % de la production les pertes post-récoltes de plantes-racines tropicales. À partir de cette estimation modérée, les pertes post-récoltes pour la saison 1981–1982, au Cameroun, s'élèveraient à 0,5 million de tonnes. Il s'agit de pertes de quantité ou de qualité attribuables à des facteurs physiques, physiologiques et pathologiques, qui se produisent à divers moments, pendant la récolte, le ramassage, le transport, l'entreposage, la transformation, la préparation culinaire ou la consommation.

Les sociétés africaines traditionnelles ont élaboré des techniques simples pour réduire les pertes post-récoltes. Cependant, en raison d'une croissance démographique rapide et de la réduction du temps de manutention et de préparation, ces méthodes, apparemment ingénieuses, ne suffisent plus aux besoins actuels. Par conséquent, les consommateurs préfèrent les aliments transformés à l'étranger.

Les résultats de recherche actuellement disponibles sur les techniques post-récoltes utilisées au Cameroun (IRAT 1967; Favier et al. 1971; Platon 1971; Favier 1977) visent des cultures particulières et ne font pas une évaluation globale des techniques post-récoltes traditionnelles. Afin de combler cette lacune, nous avons fait le relevé des méthodes traditionnelles de transformation et de conservation afin d'être en mesure d'établir des secteurs de recherche prioritaires sur les techniques post-récoltes applicables aux plantes-racines et aux tubercules, au Cameroun.

MÉTHODE D'ENQUÊTE

L'enquête a couvert toute la République du Cameroun et a inclus 40 divisions administratives du réseau du service de vulgarisation du ministère de l'Agriculture.

Trois méthodes d'enquête ont été utilisées. En premier lieu, un questionnaire postal a fait l'objet d'un essai préliminaire (enquête de 1981) et a été modifié par la suite. Il a été envoyé aux chefs divisionnaires du ministère de l'Agriculture qui l'ont transmis à tous leurs chefs de poste (agents de vulgarisation); ces derniers ont interviewé les agriculteurs et ont rempli les questionnaires. En deuxième lieu, nous avons demandé à un groupe spécial de répondants de décrire en détail les techniques de transformation et de conservation des plantes-racines et des tubercules particulières à leur région. Ces techniques avaient été identifiées lors de la première enquête. En troisième lieu, nous avons visité certaines unités de transformation afin d'étudier (et de confirmer) les méthodes décrites dans les questionnaires.

Au total, 1 000 questionnaires ont été envoyés (25 par division) et 567 personnes ont été interviewées (395 femmes et 172 hommes). Le taux de réponse a été de 91,7 % (917 questionnaires). L'enquête a porté sur les aspects suivants : fréquence de la récolte; techniques d'entreposage à l'état frais; problèmes d'entreposage à l'état frais; techniques de transformation traditionnelles; utilisation; et commercialisation.

RÉSULTATS

MANIOC

Le manioc fait l'objet d'une culture extensive partout au Cameroun. Cependant, la production est plus élevée dans les régions méridionales, où les exploitations individuelles sont de petite taille (de 0,1 à 3,0 ha).

Deux ou plusieurs variétés de manioc sont cultivées dans chaque région de culture et sont utilisées de façon distincte. Les variétés douces de manioc peuvent être bouillies et consommées comme légume ou mangées crues. Les variétés amères doivent être transformées.

Au Cameroun, les feuilles et les tubercules de manioc servent à l'alimentation humaine (Adrian et Peyrot 1970; Eggum 1970). Les tiges servent de matériel de plantation ou, dans certains cas, de bois de chauffage. Les feuilles et les tubercules, une fois récoltés, sont entreposés seulement pour une courte période. Les tubercules récoltés sont conservés pendant au plus 5 jours dans un endroit frais et sont parfois recouverts de feuilles fraîches. Autrement, les agriculteurs laissent les tubercules parvenus à maturité dans le sol pour une période allant jusqu'à 1 an et les récoltent au fur et à mesure des besoins. Le principal obstacle à l'entreposage des tubercules de manioc est d'ordre physiologique (Jones 1959). Lorsqu'on entrepose les tubercules récoltés pendant longtemps dans les zones forestières humides, ils noircissent et pourrissent. Dans la savane sèche, ce noircissement s'accompagne d'une perte d'humidité excessive (Booth 1973). Les tubercules entreposés sont également sujets aux attaques d'animaux nuisibles (insectes, rongeurs, etc.), mais ces derniers sont plus faciles à contrôler que les facteurs physiologiques.

TRANSFORMATION

À la différence des autres tubercules, le manioc est souvent transformé avant d'être consommé, car, depuis toujours, les agriculteurs sont conscients de la nature toxique du manioc non transformé ou mal transformé (Collard et Levi 1959; Akinrele 1964). On trouve une grande variété de produits transformés du manioc au Cameroun.

- *Foufou non fermenté* — Produit populaire dans le nord du pays; s'obtient par émiettage, séchage et broyage de la pulpe.
- *Foufou fermenté* — Produit plus populaire dans l'ouest, le sud et l'est du pays; s'obtient par fermentation des tubercules, par séchage de la pulpe et par broyage en une farine fine (Numfor 1984).
- *Foufou humide* — Produit de la pulpe fermentée qui n'a pas été séchée; est préparé directement et consommé tel quel.
- *Myondo et bobolo* — Produits de la pulpe fermentée qui est moulue en une pâte fine et emballée dans des feuilles de bananier ou de zingibéracées.
- *Mentoumba* — Galette obtenue de la pulpe fermentée et mélangée à d'autres ingrédients, et emballée dans des feuilles de zingibéracées.
- *Cossettes cuites* — Produit qui s'obtient par ébullition, émiettage et trempage de manioc amer et de manioc cireux dans de l'eau, changée constamment, pendant plusieurs jours.
- *Saboulou* — Détergent produit localement à partir de l'amidon de manioc, de l'huile de palmiste et d'un filtrat de cendres de bois que l'on fait bouillir ensemble jusqu'à formation d'une masse solide.
- *Arki* — Boisson alcoolique qui est le produit de la fermentation de la pulpe de manioc avec du malt et de la distillation de la liqueur ainsi obtenue.

TAROS

Notre enquête a porté sur deux espèces de taro : *Xanthosoma sagittifolium* (macabo) et *Colocasia esculenta* (taro). Trois cultivars de macabo utilisés au Cameroun ont été identifiés (CRNCIP 1982) : blanc, rouge et jaune. Par ailleurs, le nombre de variétés de taro cultivées au pays est inconnu.

Généralement, on récolte les taros lorsque les feuilles commencent à dépérir, soit de 8 à 12 mois après la plantation. Dans les régions où la saison des pluies ne débute pas immédiatement après le stade de maturation, on peut laisser les cormes dans le sol et les récolter au fur et à mesure des besoins. Autrement, on récolte tous les cormes et on en entrepose les excédents.

Les taros que l'on veut entreposer sont récoltés avec précaution afin d'éviter des blessures aux cormes principaux et secondaires et ils sont exposés à la lumière solaire pendant 2 ou 3 jours afin d'encourager la subérification. Les tubercules sont entreposés dans un endroit sec et frais, soit recouverts de feuilles séchées soit placés dans une fosse tapissée de feuilles de bananier ou de plantain séchées. Dans certains cas, on répand une légère couche de cendres de bois sur les tubercules (probablement en guise de fumigant ou de pesticide). On recouvre le tas de tubercules d'autres feuilles séchées. Dans certaines régions, on recouvre le tas de tubercules avec de la terre sèche afin de former un monticule dépassant d'environ 50 cm le niveau du sol. Les taros se conservent jusqu'à 4 mois dans ces conditions. Durant l'entreposage, la pourriture et la germination sont les principaux problèmes. Les tubercules de taro frais ne sont pas généralement palatables pour les insectes ou les rongeurs; par conséquent, les animaux ne constituent pas un problème important d'entreposage dans leur cas.

TRANSFORMATION

Après une certaine transformation, les cormes principaux et secondaires ainsi que les jeunes feuilles de taro sont consommés comme légumes. Ils sont soit bouillis, rôtis ou cuits au four. La plupart des produits transformés des taros sont consommés immédiatement ou entreposés pour une courte période. Un produit courant des taros est une pâte blanche (achu) que l'on obtient après ébullition, épluchage et pilonnage des cormes.

IGNAMES

Les ignames destinées à être entreposées pour une longue période sont récoltées de façon à éviter toute blessure aux tubercules. Autrement, seulement les tubercules sains sont entreposés.

Contrairement à ce que l'on trouve dans d'autres régions de l'Afrique de l'Ouest, il n'existe pas de structures d'entreposage spéciales (comme des granges) pour les ignames, au Cameroun. Généralement, après la récolte et le tri, les tubercules subérifiés sont simplement entreposés dans un endroit frais et sec, dans la maison ou sous un arbre, et recouverts de feuilles séchées. Cependant, dans les provinces de l'Adamaoua, de l'Ouest et du Nord-Ouest, on entrepose souvent les tubercules d'igname dans des fosses. Cette technique exige que l'on creuse un trou de 1 à 2 m de diamètre, qu'on le tapisse avec de l'herbe ou des feuilles séchées et que l'on y place les tubercules sélectionnés. Dans certains cas, on répand une mince couche de cendres de bois sur le tas de tubercules. Puis, l'on recouvre le tout d'herbe ou de feuilles séchées et, parfois, de terre sèche, formant un monticule. Les ignames entreposées de cette façon peuvent se conserver jusqu'à 4 mois. Une autre façon d'entreposer les tubercules d'igname consiste à les placer sur des chevrons construits le long des murs de la maison.

La méthode d'entreposage dépend du genre d'igname et de l'utilisation que l'on prévoit en faire. Par exemple, les tubercules de l'espèce *Dioscorea dumetorum* destinés à la consommation sont rarement entreposés pour une longue période, car ils durcissent pendant l'entreposage. Cependant, comme le durcissement n'a aucun effet apparent sur la germination, les tubercules que l'on prévoit utiliser comme semences peuvent être entreposés pendant de très longues périodes (Lyonga et al. 1974). Deux variétés locales de *D. dumetorum* sont disponibles au Cameroun : Jakiri, cultivar à rendement élevé mais ayant une mauvaise aptitude à l'entreposage, et Muyuka, cultivar à faible rendement mais pouvant se conserver pendant une courte période.

La germination, la pourriture et la déshydratation constituent d'autres problèmes d'entreposage. Le fait de laisser sécher les tubercules au soleil et de les recouvrir de cendres de bois semble permettre une réduction de l'incidence de pourriture. L'entreposage des tubercules dans un endroit frais diminue la déshydratation (Hawkes 1970).

TRANSFORMATION

Les ignames subissent une transformation minimale, sinon aucune, avant d'être consommées, la plupart du temps, comme légumes. La transformation de l'igname en farine, courante dans les autres pays de l'Afrique de l'Ouest, n'est pas populaire au Cameroun. On lui préfère le foufou d'igname qui s'obtient en épluchant, en faisant bouillir et en pilonnant les tubercules afin d'en faire une pâte ferme qui se mange accompagnée d'une sauce. Un autre produit, le beignet d'igname, est également courant.

PATATE DOUCE

Des quatre principales plantes-racines produites couramment au Cameroun, la patate douce est la moins cultivée (Tableau 1). Les raisons en sont principalement culturelles. En effet, dans de nombreuses régions, la patate douce est considérée comme un aliment inférieur et sert seulement à l'alimentation animale. Cependant, une meilleure connaissance de la valeur nutritionnelle de cette culture a modifié la situation et la culture de la patate douce pour l'alimentation humaine prend de l'expansion.

Traditionnellement, on récolte la patate douce au fur et à mesure des besoins, et il n'y a pas de date limite pour récolter les tubercules une fois qu'ils sont parvenus à maturité. Toutefois, lorsque la récolte est retardée, les dommages causés par les charançons augmentent.

ENTREPOSAGE

Les principaux obstacles à l'entreposage de la patate douce, au Cameroun, sont les animaux nuisibles et la germination. Traditionnellement, après la récolte, on n'entrepose que les tubercules sains. Ces derniers sont exposés pendant 2 ou 3 jours au soleil afin de favoriser leur subérification; puis, ils sont entreposés dans un endroit sec ou placés dans un panier, lui-même conservé dans un endroit sec, et recouverts de feuilles de bananier ou d'herbe. Les tubercules peuvent aussi être entreposés dans un trou tapissé d'herbe dans un endroit sec. Une mince couche de cendres de bois est répandue sur les tubercules que l'on recouvre avec de l'herbe ou des feuilles séchées. Dans de rares cas, on recouvre le tas de tubercules de terre sèche formant un monticule. Dans ces conditions, les tubercules se conservent jusqu'à 3 mois. Au moment de l'inspection, les tubercules en germination sont retirés et consommés et les tubercules pourris sont éliminés.

TRANSFORMATION

La transformation traditionnelle de la patate douce en d'autres produits est limitée. Généralement, on la consomme comme légume après l'avoir fait cuire à la vapeur, frire, rôtir ou cuire au four. Toutefois, on connaît quelques produits transformés de la patate douce au Cameroun.

- *Cossettes* — Les cossettes de patate douce séchée sont un aliment de famine courant dans les provinces du Nord-Ouest, de l'Ouest, de l'Adamaoua et du Nord. Les tubercules sont épluchés, bouillis, tranchés et séchés sur l'âtre. Les cossettes, qui mesurent environ 0,5 x 3 x 1 cm, peuvent être conservées dans un panier, une calebasse ou un autre récipient pendant de longues périodes (jusqu'à 1 an). Les cossettes sont consommées telles quelles, au besoin.
- *Galettes* — Tout d'abord, on épluche, lave, râpe et presse les tubercules afin d'en éliminer le jus. Puis, on pilonne ou broie la pulpe sur une pierre afin d'obtenir une pâte fine, que l'on mélange à des ingrédients comme du sel, de la chair de langouste, du poivre, de l'huile, etc. Ce mélange est emballé dans des feuilles de bananier séchées sur un feu. Enfin, les galettes

sont cuites à la vapeur pendant environ 1 h dans un récipient dont le fond est tapissé de bâtonnets et rempli de seulement un peu d'eau (afin d'éviter le contact avec les galettes). Les galettes sont consommées telles quelles.

- *Dolo* — Il s'agit d'une boisson non alcoolique de patate douce que l'on consomme couramment dans certaines régions des provinces de l'Ouest, du Nord-Ouest et de l'Adamaoua. Les tubercules sont épluchés, lavés, tranchés, mis à sécher pendant 1 ou 2 jours et bouillis pendant 1 ou 2 h dans une quantité suffisante d'eau pour recouvrir les rondelles (le niveau d'eau est maintenu constant). La liqueur ainsi obtenue est filtrée, versée dans des calebasses ou des bouteilles, puis refroidie. Le produit se conserve de 1 à 2 semaines à la condition de le faire bouillir périodiquement afin d'empêcher qu'il ne fermente.
- *Farine* — Ce produit est préparé sur une très petite échelle dans certaines régions de la province de l'Adamaoua. Les tubercules sont épluchés, tranchés et séchés au soleil pendant 2 à 4 jours. Les rondelles séchées sont broyées en une farine fine que l'on peut utiliser telle quelle ou mélanger à d'autres farines pour en faire du foufou.

PRIORITÉS DE RECHERCHE

L'enquête sur les techniques post-récoltes traditionnelles relatives aux plantes-racines et aux tubercules, au Cameroun, nous a permis d'identifier les aspects vers lesquels la recherche devrait être orientée. En premier lieu, il faut développer des techniques et des structures d'entreposage simples. La production de plantes-racines et de tubercules est indirectement limitée par le manque de techniques et de structures d'entreposage efficaces. La plupart des agriculteurs sont las de voir la plus grande partie de leur récolte se détériorer durant l'entreposage, même après avoir obtenu une récolte exceptionnelle. Avec la croissance des régions urbaines et l'augmentation de la demande d'aliments dans les régions rurales, toute amélioration des techniques et des structures d'entreposage des plantes-racines et des tubercules favorisera un accroissement de la production.

En deuxième lieu, il faut mettre au point de meilleures techniques de manutention et de transformation en accordant une attention spéciale à la valeur nutritionnelle et aux normes d'hygiène et de qualité. Il existe une vaste gamme de techniques traditionnelles de manutention et de transformation applicables aux plantes-racines et aux tubercules; cependant, ces techniques doivent être améliorées. À mesure que les gens deviennent davantage conscients de la valeur nutritionnelle des aliments et des normes d'hygiène et de qualité, les aliments transformés de la façon traditionnelle tendent à être moins appréciés que les aliments importés. Par conséquent, il faudrait axer la recherche sur le perfectionnement des techniques locales existantes.

En troisième lieu, les plantes-racines et les tubercules pourraient servir de matière première dans la fabrication de produits industriels. Ainsi, le manioc est une source d'amidon de bonne qualité pour les industries pharmaceutique, textile et alimentaire, et les aroïdées contiennent des produits chimiques dont on fait un usage important en médecine.

En quatrième lieu, il faut mettre au point de nouveaux aliments-minute concurrentiels. La plupart des produits traditionnels demandent une longue préparation. Par conséquent, les gens ont plutôt tendance à acheter des aliments importés qui sont faciles à préparer. Par ailleurs, les plantes-racines et les tubercules pourraient très bien se prêter à la transformation en aliments-minute.

En cinquième lieu, il faut mettre au point des aliments pour les animaux. Les plantes-racines et les tubercules, en particulier leurs tiges, pourraient jouer un rôle utile dans l'alimentation animale. Traditionnellement, on a très peu utilisé les tiges de ces plantes, bien qu'elles soient riches en vitamines et en protéines de bonne qualité.

Il faut établir des données de base sur les plantes-racines et les tubercules. On possède quelques renseignements sur la composition des plantes-racines elles-mêmes, mais il faut davantage d'information sur la variabilité de ces données en fonction de la variété, de

l'environnement, de l'âge et des techniques d'entreposage et de transformation. Il faut également faire des études sur la valeur nutritionnelle de ces plantes.

BIBLIOGRAPHIE

Adrian, J., Peyrot, F. 1970. Rôle de la feuille de manioc dans les rations alimentaires de type tropical. Médecine tropicale, 30, 2.

Akinrele, I.A. 1964. Fermentation of cassava. Journal of the Science of Food and Agriculture, 15, 589-594.

Booth, R.H. 1973. Postharvest deterioration of tropical root crops: losses and their control. *In* Proceedings of the 2nd international congress on plant pathology, Minneapolis, MN, 5-12 September 1973. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, États-Unis.

Cameroun, Ministère de l'Agriculture. 1982. Annuaire des statistiques agricoles 1981-1982. Ministère de l'Agriculture, Yaoundé, Cameroun.

CNRCIP (Programme national d'amélioration des plantes-racines au Cameroun). 1982. Rapport annuel. Institut de la recherche agronomique, Yaoundé, Cameroun.

Collard, P., Levis, S. 1959. A two-stage fermentation of cassava. Nature (Londres), 183, 620-621.

Coursey, D.G. 1967. Yam storage: I — a review of yam storage practices and information on storage losses. Journal of Stored Products Research, 2(3), 229-244.

Eggum, B.O. 1970. The protein quality of cassava leaves. British Journal of Nutrition, 24, 761-768.

Favier, J.C. 1977. Valeur alimentaire de deux aliments de base africains : le manioc et le sorgho. Travaux et Documents de l'ORSTOM, 67.

Favier, J.C., Chevassus, A., Gallon, G. 1971. La technologie traditionnelle du manioc au Cameroun : influence sur la valeur nutritive. Annales de la Nutrition et de l'Alimentation, 25 (1).

Hawkes, J.G. 1970. The conservation of short-lived, asexually propagated plants. *In* Frankel, O.H., Bennett, E., éd., Genetic resources in plants — their exploration and conservation. Oxford University Press, Londres, Royaume-Uni. p. 495-499.

IRAT (Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières). 1967. Les moyens traditionnels de conservation des cultures vivrières au Nord-Cameroun. Le Cameroun agricole, pastoral et forestier, 108, 42-64.

Jones, W.O. 1959. Manioc in Africa. Stanford University Press, Stanford, CA, États-Unis.

Lyonga, S.N., Fayemi, A.A., Agboola, A.A. 1974. Agronomic studies on edible yams (*Dioscorea* spp.) in the grassland plateau region of the United Republic of Cameroon. *In* Leakey, C.L.A., éd., Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigeria, 2-9 December 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Numfor, F.A. 1984. Amélioration de la méthode de préparation du fufu. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, Douala, Cameroun, 14-19 août 1983. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 114-116.

Platon, P. 1971. Les produits vivriers au Cameroun. Marchés tropicaux et méditerranéens, 1325, 858-861.

TECHNIQUE DE SÉCHAGE EN FOSSE PERMETTANT DE PROLONGER LA DURÉE DE CONSERVATION DES TUBERCULES D'IGNAME

E.C. Nnodu[1]

Une technique de séchage de pré-entreposage qui consiste à enfouir les tubercules d'igname meurtris dans des fosses tapissées de copeaux de bois a été évaluée. L'objectif de cette technique est de réduire la perte de poids, la pourriture et la germination durant l'entreposage. L'enfouissement des tubercules pendant 15 jours, avant leur entreposage dans une remise, a donné les meilleurs résultats. En effet, après 4 mois d'entreposage, la perte de poids et la pourriture étaient réduites respectivement de 38 et de 54 %, par comparaison avec des tubercules non traités. Plus la durée du séchage en fosse a été courte, plus la perte de poids et la pourriture au cours de l'entreposage ont augmenté. Les tubercules non traités ont accusé la perte de poids la plus élevée (89,7 %) et l'incidence de pourriture la plus forte (100 %), après entreposage. Par ailleurs, l'incidence de germination chez les tubercules séchés, durant l'entreposage, s'est accrue avec l'accroissement de la durée du séchage. Après 3 mois d'entreposage, les tubercules séchés pendant 3 jours ont montré une incidence de germination de 77 % et ceux séchés pendant 15 jours, de 92 %. Nous avons conclu que l'enfouissement de tubercules d'igname meurtris dans une fosse pour une période variant entre 11 et 15 jours est une technique de séchage efficace permettant de prolonger leur durée de conservation.

Les ignames (*Dioscorea* spp.) constituent une importante culture vivrière de base dans les tropiques. La production est saisonnière, et les tubercules sont entreposés pendant une période maximale de 7 mois après la récolte, ce qui permet d'en disposer tout au long de l'année. Durant cette période d'entreposage prolongée, les tubercules subissent une perte de poids considérable. Des pertes de poids allant jusqu'à 50 %, après 6 mois d'entreposage, ont été signalées (Booth 1974; NRCRI 1982). Les pertes au cours de l'entreposage sont attribuables principalement à la déshydratation des tubercules, à la perte de glucides due à l'activité respiratoire, à la germination des tubercules et à la dégradation microbienne (Coursey 1961).

Les tubercules d'igname sont volumineux et sensibles aux meurtrissures et aux blessures au cours de la récolte et de la manutention. Les blessures et les meurtrissures deviennent des points d'entrée pour les organismes causals de la pourriture, qui entraînent la détérioration et la déshydratation des tubercules. Le séchage peut réduire au minimum les effets des blessures causées aux tubercules; il suppose un processus de subérification. Il a été signalé comme l'un des moyens les plus simples et les plus efficaces pour réduire les pertes post-récoltes (Booth 1978; Passam 1982). Il s'agit d'exposer les tubercules pour de courtes périodes à des températures élevées et à des taux d'humidité relative élevés afin de favoriser la cicatrisation des blessures grâce à la subérification et à la formation d'un périderme. La nouvelle couche liégeuse ainsi formée aide à retarder la déshydratation et empêche l'infection par les micro-organismes (Priestley et Woffenden 1923).

Le séchage des tubercules d'igname fraîchement récoltés à une température de 30–40 C et à un taux d'humidité relative variant entre 62 et 100 %, pendant 1 à 4 jours, permet de réduire les pertes post-récoltes (Gonzalez et de Rivera 1972; Adesuyi 1973; Thompson et al. 1974).

1. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria.

Cependant, les techniques de séchage recommandées qui se pratiquent dans une atmosphère contrôlée n'ont pas été adoptées par les agriculteurs qui recherchent plutôt des techniques de séchage peu coûteuses et facilement utilisables. Ces derniers ont recours à une technique simple qui consiste à recouvrir les tubercules d'herbe séchée ou d'une bâche (Booth 1978), à l'air libre et à la température ambiante, pendant environ 4 jours avant de les entreposer.

Une enquête sur les techniques d'entreposage des ignames au Nigéria menée par le National Root Crops Research Institute à Umudike, en 1982, a révélé que certains agriculteurs de l'État de Bendel enfouissent les tubercules dans des fosses pendant plusieurs jours afin de les faire sécher avant de les entreposer. Une étude antérieure sur le séchage en fosse, effectuée à Umudike, a montré que les tubercules d'igname enfouis dans des fosses pendant 7 jours suivant la récolte présentaient une incidence de pourriture de seulement 3,3 % après 6 mois d'entreposage, contre 20 % pour les tubercules non traités (Onwujiobi 1983). Cette étude, toutefois, ne portait que sur une durée de séchage de sept jours. Par conséquent, la présente étude examine les effets de diverses durées de séchage sur la perte de poids, la pourriture et la germination de tubercules d'igname meurtris mis en entreposage.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous nous sommes procuré des tubercules de *D. rotundata* cv. Nwopoko dans les locaux du National Root Crops Research Institute, à Umudike, Nigéria. Un lot de 40 tubercules a été utilisé pour chaque durée de séchage et pour le groupe témoin. Le traitement consistait à enfouir des tubercules fraîchement meurtris dans une fosse pendant 3, 7, 11 et 15 jours. Ils ont été meurtris en deux endroits en les frottant contre la paroi rugueuse d'un bloc de ciment stérile avant de les placer dans la fosse.

La fosse servant de chambre de séchage mesurait 2,5 m x 1,5 m x 1 m et le plancher était tapissé de copeaux de bois. Une fois les tubercules placés dans la fosse, le tout a été recouvert d'une autre couche de copeaux de bois et d'une mince couche de terre. Un thermohygrographe a été placé dans la chambre de séchage afin de surveiller la température et le taux d'humidité relative. Enfin, la fosse a été recouverte de feuilles d'amiante. La température et l'humidité relative étaient, en moyenne, de 26 °C et de 92 % respectivement.

Après chaque période de séchage, un lot de 40 tubercules a été retiré de la fosse et nettoyé avec soin, puis divisé en 4 groupes répétés de 10 tubercules chacun. Chaque tubercule a été pesé et entreposé sur des tablettes, à l'intérieur d'une remise. Les tubercules du lot témoin ont également été pesés avant l'entreposage.

La remise améliorée utilisée pour entreposer les tubercules était un abri mesurant 10 m x 5 m x 3 m et comprenant un toit et des côtés ouverts. Les côtés de la remise étaient protégés des rongeurs par une barrière de 1 m de hauteur, et le reste de la remise était entourée d'un treillis métallique résistant. Chaque mois, la perte de poids ainsi que les degrés de pourriture et de germination de chaque tubercule ont été notés. Les pousses apparaissant sur les tubercules ont été excisées après chaque inspection. Les tubercules ont été entreposés pendant 4 mois.

RÉSULTATS

La perte de poids a été plus importante chez les tubercules non traités que chez les tubercules séchés, et le taux de perte de poids a diminué avec l'augmentation de la durée de séchage, de 3 à 15 jours (Tableau 1). Aucune différence significative au niveau de la perte de poids n'a été notée entre le traitement d'une durée de 11 jours et celui d'une durée de 15 jours; en outre, sauf pour le premier mois d'entreposage, il n'est apparu aucune différence significative, pour ce qui est de la perte de poids, entre le lot témoin et les lots ayant été soumis à une durée de séchage de 3 jours.

Les tubercules non traités ont été davantage touchés par la pourriture que les tubercules séchés, et l'incidence de pourriture a diminué avec l'accroissement de la durée de séchage

(Tableau 2). Après 4 mois d'entreposage, tous les tubercules du lot témoin et ceux ayant été soumis à une durée de séchage de 3 jours étaient pourris; cependant, seulement 53 et 40 % des tubercules soumis à des durées de séchage de 11 et de 15 jours respectivement ont été atteints par la pourriture.

La germination s'est manifestée tôt au cours de l'entreposage, peu importe la durée du séchage, et aucune différence significative n'a été observée entre les traitements pour toute la période d'entreposage de 4 mois (Tableau 3). Toutefois, les tubercules soumis à des séchages plus longs ont germé plus tôt que ceux traités pour des périodes plus courtes. Tous les tubercules ont germé au cours des quatre mois d'entreposage, peu importe le traitement.

Tableau 1. Effet de la durée de séchage (DS) sur la perte de poids (%) des tubercules d'igname au cours de 4 mois d'entreposage.

	Période d'entreposage			
DS (jours)	1 mois	2 mois	3 mois	4 mois
0 (témoin)	19,9	37,8	47,4	89,7
3	8,9	29,3	46,9	85,4
7	8,3	26,0	34,6	63,5
11	6,2	11,4	17,9	54,9
15	3,4	10,7	15,2	48,4
ppds[a]	0,8	8,6	7,1	10,7

[a] Plus petite différence significative.

Tableau 2. Effet de la durée de séchage (DS) sur la pourriture (%) des tubercules d'igname au cours de 4 mois d'entreposage.

	Période d'entreposage			
DS (jours)	1 mois	2 mois	3 mois	4 mois
0 (témoin)	67,5	72,5	90,0	100,0
3	50,0	62,5	72,5	100,0
7	15,0	50,0	55,0	87,5
11	2,5	32,5	37,5	52,5
15	0,0	12,5	27,5	40,0
ppds[a]	17,1	16,5	17,1	11,2

[a] Plus petite différence significative.

Tableau 3. Effet de la durée de séchage (DS) sur la germination (%) des tubercules d'igname au cours de 4 mois d'entreposage.

	Période d'entreposage			
DS (jours)	1 mois	2 mois	3 mois	4 mois
0 (témoin)	35,0	82,5	82,5	100,0
3	27,5	72,5	77,5	100,0
7	45,0	72,5	85,0	100,0
11	57,5	87,5	87,5	100,0
15	65,0	90,0	92,5	100,0

Note : Chaque mois, les différences entre les durées de séchage ne sont pas significatives.

Discussion

Les plantes-racines et les tubercules sont généralement séchés dans des chambres à atmosphère contrôlée. Cependant, les agriculteurs ne peuvent pas assumer le coût de ce genre de structure. Une façon simple et peu coûteuse de faire sécher les tubercules d'igname dans une fosse a été étudiée à Umudike. Onwujiobi (1983) a constaté que l'enfouissement des tubercules dans une fosse pendant 7 jours, avant d'être entreposés durant 6 mois, a permis de réduire de 20 % l'incidence de pourriture et de 10 % la perte de poids. Ces résultats étaient probablement attribuables au processus de subérification. La présente étude cherche à établir la durée optimale de séchage en fosse. Les résultats montrent qu'une durée de séchage de 11 à 15 jours est adéquate.

Les températures et humidité relative moyennes enregistrées dans la fosse (26 °C et 92 % respectivement) étaient comparables aux valeurs recommandées pour le séchage des tubercules d'igname (Gonzalez et de Rivera 1972; Thompson et al. 1974; Booth 1978). La durée de séchage en fosse qui est jugée optimale dans la présente étude et qui est plus longue que les recommandations à cet égard compense pour la température en fosse qui est plus basse que la température usuelle (26 °C au lieu de 32–40 °C). Cette opinion est partagée par Passam et al. (1976) qui ont signalé que des périodes de séchage plus longues sont utilisées à des températures réduites. De plus, Booth (1978) a affirmé que le temps nécessaire à un bon séchage des plantes-racines dépend de facteurs tels que la variété, le genre de blessures, le stade de maturité, etc. et que, en moyenne, une durée de séchage de 7 à 14 jours est suffisante.

Bien que le séchage ait réduit efficacement la perte de poids et la pourriture, par comparaison au lot témoin, les différences obtenues étaient plus élevées que prévu. Cela est probablement attribuable au fait que les tubercules ayant servi à l'étude étaient déjà entreposés depuis plus d'un mois. Booth (1978) a proposé de sécher les tubercules immédiatement après la récolte pour plus d'efficacité.

L'accroissement de l'incidence de germination qui a été observé à mesure que la durée de séchage augmentait (Tableau 3) pourrait être dû au fait que les tubercules enfouis ont été exposés pendant une période prolongée à l'humidité du sol (Onwueme 1973; Been et al. 1975). Par conséquent, pour rendre le séchage en fosse plus efficace, il faudrait appliquer un inhibiteur de germination aux tubercules avant de les faire sécher. L'acide gibbérellique a déjà été utilisé avec succès pour supprimer la germination chez les ignames (Passam 1982).

Les résultats de notre étude ont montré que les conditions qui favorisent la subérification des tubercules d'igname peuvent être réalisées dans des fosses tapissées d'herbe séchée. Cette technique est facile d'emploi pour les agriculteurs qui désirent sécher leurs tubercules d'igname avant de les entreposer.

BIBLIOGRAPHIE

Adesuyi, S.A. 1973. Curing techniques for reducing the incidence of rot in yams. Nigerian Stored Products Research Institute, Lagos, Nigéria. Report 971(9), 57-63.

Been, B.O., Marriott, J., Perkins, C. 1975. Wound periderm formation in dashens and its effects on storage. *In* Proceedings of the Caribbean Food Crops Society, St-Augustine, Trinidad-and-Tobago, July 1975. University of West Indies, St-Augustine, Trinité-et-Tobago.

Booth, R.H. 1974. Post-harvest deterioration of tropical root crops: losses and their control. Tropical Science, 16(2), 49-63.

_____ 1978. Storage. *In* Pest control in tropical root crops. PANS (Pest Articles and News Summaries), 4, 37-45.

Coursey, D.G. 1961. The magnitude and origins of storage losses in Nigerian yams. Journal of the Science of Food and Agriculture, 12, 574-580.

Gonzales, M.A., de Rivera, A.C. 1972. Storage of fresh yam (*Dioscorea alata* L.) under controlled conditions. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 56 (1), 45-56.

NRCRI (National Root Crops Research Institute). 1982. Annual report. NRCRI, Umudike, Nigéria.

Onwueme, I.C. 1973. The sprouting process in yam (*Dioscorea* spp.) tuber species. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 81, 375-379.

Onwujiobi, J.O. 1983. Curing techniques for prolonging shelf life of yams. Higher Dip Agriculture Research Project, Federal School of Agriculture, Umudike, Nigéria. 28 p.

Passam, H.C. 1982. GA dip slows yam decay. International Agricultural Development, 2(9), 10-11.

Passam, H.C., Read, S.J., Rickard, J.E. 1976. Wound repair in yam tubers: the dependence of storage procedures on the nature of the wound and its repair. Tropical Science, 18, 1-11.

Priestley, J.H., Woffenden, L.M. 1923. The healing of wounds in potato tubers and their propagation by cut sets. Annals of Applied Biology, 10, 96-115.

Thompson, A.K., Been, B.O., Perkins, C. 1974. Reduction of wastage in stored yams. *In* Leakey, C.L.A., éd., Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigeria, 2-9 December 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

ACCEPTABILITÉ, UTILISATION ET TRANSFORMATION DE LA PATATE DOUCE À LA MAISON ET DANS LA PETITE INDUSTRIE, AU GHANA

A.F. Osei-Opare[1]

Les critères de sélection, les propriétés culinaires et l'utilisation générale de la patate douce par les consommateurs ghanéens ont fait l'objet d'un examen. Des techniques de transformation de la patate douce utilisables à la maison et dans la petite industrie sont également proposées. Les consommateurs préfèrent les tubercules à peau lisse, de forme régulière et de calibre gros ou extra-gros. La couleur de la peau et de la chair sont aussi des critères de sélection importants. En général, les variétés de patate douce qui ressemblent aux ignames ont la préférence des consommateurs. La patate douce pourrait servir d'aliment pour les enfants, et la farine issue des variétés jaunes pourrait être utilisée dans des préparations culinaires. Bien qu'on ne puisse pas faire bouillir la patate douce et la pilonner pour en faire du foufou, on peut transformer la patate douce cuite en un produit similaire au gari. La technique de transformation utilisée dans ce cas-là est probablement la plus acceptable pour l'industrie à domicile et dans la petite industrie, au Ghana.

À l'heure actuelle, le gouvernement, les agriculteurs et les consommateurs du Ghana accordent beaucoup d'importance à la conservation et à une plus grande utilisation des denrées alimentaires produites localement. Des recherches sur la patate douce sont menées conjointement par le Département de phytotechnie et par le Département des sciences domestiques de la faculté d'agriculture de l'Université du Ghana, à Accra. Reconnaissant la valeur de la patate douce, des spécialistes étudient ce tubercule en vue d'accroître son utilisation dans le régime alimentaire des Ghanéens. Les grands objectifs de la présente étude sont les suivants :

- identifier les critères de sélection et les propriétés culinaires qui ont la faveur des consommateurs;
- mettre au point de bonnes recettes utilisant la patate douce;
- développer des techniques pour transformer la patate douce à la maison et dans la petite industrie.

CRITÈRES DE SÉLECTION

Lorsqu'ils choisissent des aliments frais, les consommateurs se guident sur certains critères. Nous avons demandé à 60 consommateurs faisant partie de la communauté universitaire, comprenant des étudiants et des travailleurs qui font leurs propres repas, d'énumérer les qualités physiques qu'ils jugent importantes pour la patate douce. À partir de l'information obtenue, nous avons examiné la forme, le calibre et la couleur de la peau et de la chair de la patate douce.

Les tubercules de patate douce varient beaucoup d'une variété à l'autre et, dans certains cas, au sein d'une même variété. Comparativement aux autres plantes-racines, la patate douce produit des tubercules dont le calibre et la forme sont moins uniformes. Les consommateurs

1. Département des sciences domestiques, Faculté d'agriculture, Université du Ghana, Legon, Accra, Ghana.

considèrent comme supérieurs des tubercules à peau lisse et de forme régulière et préfèrent de loin (90 %) les gros tubercules (450–580 g) ou les tubercules extra-gros (875–1580 g). La principale raison justifiant cette préférence est que les gros tubercules sont plus faciles à éplucher et produisent moins de déchets d'épluchage. Bien qu'on puisse utiliser les épluchures pour l'alimentation animale, cela signifierait pour de nombreux ménages une diminution des aliments disponibles pour la famille. Par conséquent, les sélectionneurs devraient trouver une solution au problème de l'irrégularité des tubercules de patate douce.

En plus des différences variétales, l'âge du tubercule au moment de la récolte influe sur la texture de la peau et le calibre du tubercule. Par conséquent, il est important de récolter la patate douce au stade de maturité approprié si l'on veut satisfaire les consommateurs.

La couleur de la peau et celle de la chair sont des critères de sélection importants. En effet, au marché, de nombreux consommateurs demandent au marchand de couper en deux des tubercules échantillons avant d'arrêter leur choix. Généralement, la couleur de la peau des tubercules de patate douce varie de jaune crème à rouge violet. Il y a cinq catégories de couleur de peau et de couleur de chair que les consommateurs préfèrent (Tableau 1). Ainsi, dans la présente étude, ces derniers ont préféré les tubercules dont la peau va de crème à jaune pâle, ou est rouge ou violet. Ils ont trouvé la couleur orange intéressante, mais bizarre, et ont montré une aversion pour les variétés ayant une peau bariolée. Enfin, ils ont préféré les tubercules dont la chair est jaune pâle ou très blanche et, surtout, qui ne noircissent pas après avoir été épluchés.

PROPRIÉTÉS CULINAIRES

Les consommateurs ont considéré la couleur, la saveur et la texture comme des caractéristiques importantes pour un aliment de base. Dix-huit variétés de patate douce ont été soumises à des tests de qualité et d'acceptabilité. La couleur, la texture, la saveur et l'acceptabilité générale des variétés ont été évaluées par un jury formé de 20 spécialistes. Ces derniers ont préféré les variétés très blanches et jaunes et ont jugé inacceptables les variétés translucides, plus foncées ou orange.

La texture des tubercules cuits variait de farineuse à cireuse, en passant par toutes les textures intermédiaires. Les variétés ayant une texture farineuse ont été très appréciées pour leur ressemblance avec l'igname et ont été jugées acceptables comme aliment de base pouvant remplacer l'igname ou le maniac et être consommé avec des soupes ou des sauces. La texture filandreuse ou cireuse de certaines variétés a déplu aux membres du jury.

Tableau 1. Préférence des consommateurs à l'égard de la couleur de la peau et de la chair de tubercules de patate douce crus.

Couleur	Note[a]	Variété de patate douce
		Peau
Orange à rouge	32	TIb 11(102), TIb 10(3), TIb 2(26), cv. Regal
Crème à jaune pâle	69	TIS 5081, ITS 2, TIb (62), VAR 3
Rouge à violet	69	TIS 5250, TIS 2532, TIS 3017
Violet foncé	66	TIS 1143, TIS 2544, TIS 2534, TIS 2498, TIS 5125
Jaune et violet	32	TIS 1487, TIS 1499
		Chair
Orange	32	TIb 11(102), TIb 10(3), TIb 2(26), cv. Regal
Jaune pâle	66	TIS 5081, ITS 2, TIb (62), VAR 3
Foncée	48	TIS 5250, TIS 2532, TIS 3017(3)
Pulpi blanche[b]	53	TIS 1487, TIb 1499
Blanche	58	TIS 1143, TIS 2498, TIS 2544, TIS 5125, TIS 2534

[a] Dix-sept consommateurs ont noté les couleurs par ordre de préférence (soit, de 1 (couleur préférée le moins) à 5 (couleur préférée le plus)); dans chaque cas, la note ci-dessus est le total des points accordés.
[b] Légèrement teintée d'autres couleurs.

La plupart des variétés locales sont très douces, et cette caractéristique constitue un obstacle majeur à l'adoption de la patate douce comme aliment de base. Les membres du jury ont préféré les variétés moins douces. Toutefois, au Ghana, une des plus anciennes utilisations de la patate douce est comme agent édulcorant des mets à base de maïs tels que le porridge et l'aboloo. Par conséquent, bien qu'on oriente les efforts vers la sélection de variétés moins douces, il faudrait conserver certaines variétés très douces et les sélectionner à cette fin.

En général, les variétés qui ressemblent aux ignames (c'est-à-dire, qui ont une peau blanche ou jaune et une texture farineuse et qui sont moins douces) sont préférées aux autres variétés. Le développement de variétés de patate douce possédant des caractéristiques similaires aux ignames devrait être confié aux sélectionneurs et aux spécialistes des sciences domestiques du Ghana.

UTILISATION GÉNÉRALE

Une fois identifiées les variétés les plus acceptables, diverses recettes ont été mises au point (Oseí-Opare 1985). La patate douce a été incorporée à des mets composés traditionnellement d'autres plantes-racines, et de nouvelles recettes, pouvant plaire à tous les goûts, ont été mises au point. Bien que des variétés possédant des caractéristiques semblables aux ignames aient été utilisées, le mode de préparation était différent. Ainsi, à cause d'un temps de cuisson plus court et de la texture plus tendre de la patate douce, il n'a pas été nécessaire d'ajouter autant d'eau ni de remuer autant le contenu pendant la cuisson afin d'obtenir la texture désirée; en outre, la mise en purée n'a pas demandé autant d'effort, surtout lorsqu'on désirait une texture farineuse.

De nombreuses familles sont peu disposées à préparer des mets distincts pour les jeunes enfants, mais la patate douce présente deux avantages nets à cet égard. En premier lieu, la patate douce a beaucoup de chance de plaire aux enfants à cause de sa texture tendre et de sa saveur sucrée. En second lieu, le calibre plus petit des tubercules de patate douce se prête bien à une utilisation comme aliment pour les enfants, contrairement aux tubercules d'autres plantes qui sont plus gros et dont il faut prélever des morceaux, abrégeant ainsi leur durée de conservation.

La valeur nutritionnelle de la patate douce est semblable à celle d'autres plantes-racines (FAO 1968). Cependant, l'énergie alimentaire qu'elle fournit est supérieure d'environ un quart à un tiers à celle de l'igname et des taros, mais inférieure à celle du manioc. La patate douce est une bonne source de vitamine C et, comme on peut la faire cuire relativement vite et la faire bouillir sans l'éplucher, les pertes dues à la cuisson sont minimes. En outre, le pigment jaune présent dans certaines variétés n'est pas seulement esthétiquement agréable aux consommateurs, mais il est également une source de vitamine A.

Le remplacement partiel de la farine de blé par de la farine issue de plantes-racines et d'autres cultures préoccupe depuis longtemps l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture. L'objectif principal du programme des farines composites est de développer des produits alimentaires de qualité incorporant les matières premières locales afin de réduire les coûts en blé importé. La plupart des projets relatifs aux farines composites ont été orientés vers l'utilisation des denrées de base importantes au niveau local. Dans les pays dont la production alimentaire est instable, une mauvaise récolte des cultures de base influe de façon négative sur tout programme des farines composites. Au Ghana, les cultures de plus courte durée comme la patate douce offrent des possibilités à cet égard, car elles ne sont pas utilisées comme denrées de base.

Les produits de boulangerie consommés le plus couramment au Ghana sont le pain, les beignets et les pâtisseries. Des recherches préliminaires sur la patate douce ont montré que les variétés jaunes conservent une bonne couleur à l'état cuit et qu'elles réagissent le mieux, ajoutées au blé lors de la cuisson. Les variétés ITS 2 (cv. Frema) et VAR 3 se mélangent bien avec le blé pour la fabrication des produits de boulangerie, et le remplacement de 20 % de la farine de blé par de la farine de patate douce confère au pain une qualité acceptable (Singh et al. 1953; Sammy 1970). Pour la fabrication du pain, on a utilisé des tubercules de patate douce cuits et mis en purée, ou cuits et séchés sur tambour ou au soleil. Lorsqu'on a mélangé de la patate douce précuite (tubercules cuits, mis en purée et séchés sur tambour) avec du blé, les produits de

boulangerie ainsi obtenus avaient une croûte brune dorée et une mie caractérisée par une structure cellulaire fine et uniforme et ils étaient tendres. Toutefois, le pain fait à partir d'un mélange de patate douce séchée au soleil et de blé était de couleur terne, sa croûte était épaisse et dure, sa mie avait une structure cellulaire légèrement grossière et, de façon générale, il était moins tendre (Bonsey 1982).

Les consommateurs ont préféré aux produits tout blé les beignets faits à partir d'un mélange de patate douce précuite et de blé, compte tenu de taux de remplacement de 25 et de 40 % pour les beignets à la levure chimique et les beignets à la levure biologique respectivement. L'ajout de farine de patate douce a donné à ces produits une texture tendre et une couleur riche (Ntim 1981; Osei-Opare 1985). Les consommateurs ont cru à tort que les produits à base de patate douce contenaient davantage d'oeufs, de margarine et de sucre. À l'occasion d'une exposition de 2 jours, on a tenu des démonstrations culinaires à l'intention du grand public. Après avoir fait l'essai de la patate douce en mélange avec d'autres farines pour divers produits de boulangerie, certains boulangers commerciaux ont considéré que les caractéristiques des produits ainsi obtenus constituaient un avantage au niveau de la commercialisation et que, en plus, l'utilisation de la patate douce permettait de réduire les coûts et d'allonger les stocks limités de farine de blé.

TECHNIQUES DE TRANSFORMATION

Étant donné le rendement élevé et la maturité hâtive d'une culture vivrière telle que la patate douce, la transformation du tubercule à la maison et dans la petite industrie peut procurer un revenu supplémentaire aux femmes et constituer un complément au régime alimentaire des familles pendant la maigre saison. Toutefois, à cause de techniques d'entreposage et de transformation inadéquates, la production de la patate douce n'atteindra pas le niveau désiré. Compte tenu de ces problèmes, on fait des efforts pour mettre au point de meilleures techniques de transformation de la patate douce à la maison et dans la petite industrie.

Diverses préparations à base de patate douce ont été mises au point à partir de la variété ITS 2, cuite et mise en purée ou crue et séchée au soleil. Lorsqu'on a mis à sécher les tranches crues dans un séchoir solaire, il y a eu perte de la couleur jaune à cause de la dégradation des caroténoïdes, et les tranches ont acquis une teinte blanc cassé. En plus de cette perte de couleur, les cossettes de patate douce étaient cassantes et difficiles à moudre en farine. Il a d'abord fallu les moudre grossièrement à la main à l'aide d'un mortier et d'un pilon avant de les passer dans un broyeur à maïs pour en faire de la farine. La farine ainsi obtenue était de couleur grise et avait une texture plutôt grossière et une saveur légèrement désagréable. Elle pourrait être mélangée à d'autres farines pour la fabrication de pains, de biscuits, etc.

On a fabriqué un autre produit en râpant un tubercule cru de patate douce, en en exprimant le jus et en faisant sécher la pâte issue du râpage dans un four et un séchoir solaire. Le séchage a été plus rapide, et on a laissé l'amidon se déposer afin de l'extraire du liquide de pressage. On a ainsi obtenu des flocons légers à l'arôme agréable qui pourraient être utilisés dans les porridges, les sauces et les produits de boulangerie. La technique de transformation qui est probablement la plus acceptable est celle qui permet de faire un produit semblable au gari à base de tubercules de patate douce cuits. Comme on a constaté que la patate douce précuite mélangée au blé permettait d'obtenir des produits de meilleure qualité, on a essayé de trouver une meilleure façon de transformer un produit précuit afin qu'il ait une bonne aptitude à l'entreposage, en se servant d'une technique simple pouvant être utilisée à la maison et dans la petite industrie.

Il faut d'abord une source de chaleur convenable qui permette un séchage rapide afin d'éviter la fermentation et la perte alimentaire qui se produisent généralement lorsque le produit est séché au soleil. Des précautions hygiéniques doivent être prises lorsqu'on manipule un produit précuit si l'on veut qu'il soit sans danger pour la consommation humaine et qu'il ait une durée d'entreposage plus longue. Nous avons employé deux techniques de séchage rapide : séchage au four à 50-60 °C et rôtissage lent dans une poêle en fer épais et galvanisé, méthode déjà utilisée par les femmes qui fabriquent du gari. Le résultat est un produit grumeleux, semblable au gari,

possédant une belle couleur jaune et qui gonfle lorsqu'il est réhydraté. Il semblait convenir, à de nombreux égards, à la préparation de mets à base de gari.

Le produit peut être moulu en farine et utilisé, en mélange avec le blé, pour fabriquer des produits de boulangerie. Les femmes qui s'occupent déjà de fabriquer des produits de boulangerie pourraient être intéressées par la farine de patate douce. Un des principaux obstacles à la promotion de la patate douce comme aliment de base réside dans le fait qu'on ne peut pas la faire bouillir et la piloner pour en faire du foufou, comme c'est le cas pour l'igname, le taro et le manioc. La farine de patate douce issue de tubercules crus séchés ou précuits et mélangée à de l'amidon présente des possibilités énormes pour la fabrication d'un produit semblable au foufou et elle pourrait, par conséquent, s'avérer une solution plus appropriée et plus hygiénique à la fabrication de ce mets très apprécié des Ghanéens.

BIBLIOGRAPHIE

Bartsy, F. 1982. Yeast bread with three different preparations of sweet potatoes — cooked mashed, drum-dried and sun-dried. Home Science Department, Faculty of Agriculture, University of Ghana, Accra, Ghana. Dissertation, 30-36.

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). 1968. Food consumption tables for use in Africa. FAO, Rome, Italie.

Ndim, G. 1981. Effect of substituting parts of wheat flour by mashed sweet potatoes in the making of doughnut. Home Science Department, Faculty of Agriculture, University of Ghana, Accra, Ghana. Dissertation, 35-68.

Oteri-Opoku, A.F. 1985. The varied uses of sweet potatoes. Home Science Department, Faculty of Agriculture, University of Ghana, Accra, Ghana. 84 p.

Sammy, G.M. 1970. Studies in composite flour: I — the use of sweet potato in bread and pastry making. Tropical Agriculture, 47, 125-135.

Singh., R. Ratique, M., Bains, G.S. 1953. Investigations on the preparation and use of sweet potato and groundnut cake flours in conjunction with wheat for leavened bread. India Journal of Agricultural Science, 23, 139-146.

RÉSUMÉS

PROGRÈS RÉCENTS DANS LES TECHNIQUES D'ENTREPOSAGE DES IGNAMES

GODSON O. OSUJI, Department of Applied Technology, Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria

Une analyse théorique antérieure a montré qu'un milieu adiabatique serait idéal pour l'entreposage prolongé des tubercules d'igname. Afin de comprendre les principales caractéristiques d'un tel milieu, on a étudié le catabolisme de l'amidon entreposé dans des conditions aérobies et anaérobies. Les résultats ont montré que les conditions anaérobies correspondent étroitement au milieu adiabatique requis, que, par la régulation des échanges de chaleur, les conditions aérobies peuvent simuler assez bien un milieu adiabatique et que l'alternance de conditions aérobies et anaérobies produit en pratique un milieu adiabatique. Ces conclusions ont été éprouvées lors d'une expérience avec des tubercules d'igname guinée (*Dioscorea rotundata* cv. Nwopoko). On a conservé continuellement à l'air libre (condition aérobie) un groupe de tubercules (lot témoin); l'autre groupe de tubercules a été entreposé pendant 10 jours, dans des conditions aérobies, puis pendant 7 jours, dans des conditions anaérobies, et ce durant 18 semaines (lot en milieu adiabatique). Les tubercules du lot témoin ont perdu un total de 15 % de leur poids, contre 3 % seulement pour les tubercules en milieu adiabatique. Ces résultats constituent une base scientifique pouvant justifier l'utilisation d'un milieu adiabatique pour entreposer les ignames pendant une longue période.

ASPECTS BIOCHIMIQUES DE LA SUBÉRIFICATION CHEZ LES IGNAMES

C.O. IKEDIOBI, R.L. CHELVARAJAN et A.I. UKOHA, Département de biochimie, Faculté des sciences, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigéria.

Les effets de blessures infligées à des tubercules d'igname guinée (*Dioscorea rotundata* Poir) sur l'activité de certaines enzymes et les concentrations de certains métabolites ont été étudiés. L'activité lipolytique de l'acyl hydrolase, dans le tubercule, a diminué après que ce dernier eut été blessé, pour disparaître vers le 4^{e} jour; toutefois, l'activité de la lipoxygénase (peroxydase) et de la polyphénol oxydase s'est accrue de 2 à 9 fois, pour atteindre un sommet les 4^{e} et 5^{e} jours respectivement. L'activité de la lypoxygénase et celle de la polyphénol oxydase, mesurées dans la moitié proximale des tubercules, étaient beaucoup plus grandes que l'activité enzymatique correspondante dans la moitié distale, ce qui permet de supposer l'existence d'un gradient de concentration de certaines enzymes dont l'activité est liée aux blessures. L'accroissement de l'activité de la lipoxygénase était localisé à l'endroit de la blessure. L'application de tétracycline durant les premières étapes de la subérification a provoqué une réduction substantielle de l'intensification de l'activité de la polyphénol oxydase et de la lipoxygénase. Les concentrations en acides aminés libres, en polyphénol total et en ascorbate, dans le tubercule, ont augmenté par suite des blessures infligées à ce dernier. Après 24 h, cependant, la concentration en acides aminés libres avait diminué.

LUTTE CONTRE LA DÉTÉRIORATION BIOLOGIQUE DE L'IGNAME (*DIOSCOREA ROTUNDATA*) APRÈS LA RÉCOLTE AU MOYEN DU NÉMATICIDE VYDATE L®

F.I. ONYENOBI, Institute of Management and Technology, Enugu, Nigéria

Les pertes post-récoltes de tubercules d'igname attribuables à une infestation de nématodes dans le sol durant la culture et à la formation subséquente de complexes pathogènes associant champignons, bactéries et virus sont un problème mondial. De telles pertes réduisent d'environ 26 % la production mondiale annuelle d'ignames. Au Nigéria, les nématodes à galles sont une des principales causes des pertes post-récoltes d'igname. La présente étude examine l'efficacité du nématicide Vydate L® pour réduire au minimum les dommages causés par les nématodes à galles. Des tubercules infestés de *Dioscorea rotundata* ont été plongés dans diverses concentrations de Vydate L® pour des périodes diverses, avec ou sans eau chaude. La germination, la perte de poids, l'incidence de pourriture et la perte de parties comestibles ont fait l'objet d'une surveillance pendant 5 mois. La chimiothérapie ayant recours au Vydate L® s'est avérée une façon économique et sûre de réduire les dommages post-récoltes attribuables aux nématodes.

ANALYSE THERMODYNAMIQUE DE LA DÉGRADATION DES TUBERCULES D'IGNAME (*DIOSCOREA* SPP.) PENDANT L'ENTREPOSAGE

G.O.I. EZEIKE, Département de génie agricole, Université du Nigeria, Nsukka, Nigéria

Les problèmes d'entreposage des tubercules d'igname sont liés au volume, à la physiologie, à la teneur en humidité élevée, à l'hygroscopicité et à l'interaction du tubercule avec le milieu d'entreposage. Des recherches précédentes ont porté avant tout sur les pertes de poids et les caractéristiques des tubercules; ce n'est que récemment que l'on a commencé à étudier les facteurs environnementaux. Toutefois, très peu de travaux ont porté sur l'interaction du tubercule avec le milieu d'entreposage. Dans la présente étude, on présente une analyse théorique fondée sur les variations de l'énergie libre et d'entropie chez les tubercules d'igname entreposés. Les résultats ont montré que l'énergie libre du tubercule diminuait au cours de l'entreposage par suite du travail produit par les processus biochimiques et le transport au sein du tubercule. La variation d'entropie totale du tubercule résulte de deux composantes liées à la température : en premier lieu, la production d'entropie externe (transfert externe entre le tubercule et son milieu d'entreposage) et, en second lieu, la production d'entropie interne. L'importance relative de chaque état d'entropie détermine en partie la vitesse de dégradation tissulaire chez les tubercules d'igname entreposés.

SOCIO-ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION ET DE L'UTILISATION DES PLANTES-RACINES

UTILISATION DES ÉPLUCHURES DE MANIOC DANS LES RATIONS DES VOLAILLES

Olumide O. Tewe[1]

Lors de trois essais, la performance de poulets de gril et de pondeuses ayant reçu des rations contenant des épluchures de manioc a été évaluée. Dans l'essai n° 1, les rations des poulets de gril contenaient 0, 7,5, 15,0, 22,5 et 30 % d'épluchures de manioc, en remplacement du maïs. Les épluchures de manioc ont donné lieu à une augmentation de la consommation et à une diminution du gain pondéral et de l'utilisation des éléments nutritifs. Dans l'essai n° 2, les poulets de gril ont reçu des rations contenant 0, 7,5, 15,0 et 22,5 % d'épluchures de manioc, avec ou sans ajout d'énergie alimentaire (huile de palme) ou de protéines. L'ajout d'éléments nutritifs dans les rations contenant des épluchures de manioc n'a pas eu d'effet important sur la performance biologique des oiseaux. Dans l'essai n° 3, le remplacement jusqu'à 27 % du maïs par des épluchures de manioc dans les rations de pondeuses a permis d'obtenir des résultats satisfaisants en termes de consommation par oiseau, de production d'oeufs et de consommation par oeuf produit. Dans chaque essai, l'économie de la conversion alimentaire a été meilleure dans le cas des rations à base d'épluchures de manioc que dans celui des rations témoins à base de maïs.

La récente hausse phénoménale du coût des ingrédients composant les aliments du bétail fait qu'il est devenu nécessaire de mettre à profit les ressources locales qui, jusqu'ici, ont été gaspillées dans les industries agro-alimentaires qui fabriquent des aliments composés pour le bétail. La mécanisation de la production du gari au Nigéria a donné lieu à la production de grandes quantités d'épluchures de manioc et au gaspillage des tubercules de petit calibre, difficiles à transformer. Dans de nombreuses régions du Nigéria, ces sous-produits sont jetés aux ordures.

L'écorce représente entre 10 et 13 % du poids du tubercule (Tewe et al. 1976). Longe et al. (1977) ont indiqué que l'énergie métabolisable des épluchures de manioc (écorce seulement) était de 1,52 kcal/g; toutefois, Tewe (1984) a noté que la valeur calorique des épluchures provenant de fabriques de gari était de 2,16 kcal/g (1 cal = 4,19 J). La valeur calorique établie par Tewe (1984) est plus élevée à cause de la présence de petits tubercules et de la pulpe qui adhère à l'écorce après l'épluchage. Les études sur les porcs (Tewe et Pessu 1982; Tewe et Oke 1983) ont montré que les épluchures peuvent constituer jusqu'à 40 % de la ration de croissance composée des porcs.

La présente étude évalue les effets de l'utilisation d'épluchures de manioc séchées au soleil, en remplacement du maïs, sur la performance des poulets de gril et des pondeuses et sur leur utilisation des éléments nutritifs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des épluchures de manioc fraîches provenant du Texaco Gari Factory (Texagri) près d'Abeokuta, Nigéria, ont été séchées au soleil jusqu'à ce que leur teneur en humidité atteigne environ 10 %. Elles ont été étendues sur des planchers en ciment et retournées chaque jour à l'aide de râteaux. Les épluchures séchées ont été subséquemment moulues en farine et utilisées dans trois essais.

1. Département de zootechnie, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria.

ÉTUDES SUR LES POULETS DE GRIL

ESSAI N° 1

Deux cents poussins d'un jour, de race Anak, ont été divisés au hasard en 10 groupes de 20 oiseaux chacun, et chaque groupe a été placé dans une éleveuse en métal. Chaque traitement a été répété 2 fois, et 5 genres de rations ont été essayés : une ration témoin à base de maïs (ration 1) et quatre rations où les épluchures de manioc remplaçaient partiellement le maïs (rations 2 à 5). Les taux d'incorporation d'épluchures de manioc étaient de 0, 7,5, 15,0, 22,5 et 30 % de la composante maïs dans les rations 1 à 5 respectivement, tant pour l'étape de démarrage que pour l'étape de finition. Les aliments et l'eau ont été distribués à volonté. Les oiseaux ont été élevés dans des éleveuses en métal et ont reçu les rations de démarrage pendant les 6 premières semaines, puis ils ont été transférés dans des parquets munis de litière jusqu'à l'âge de 10 semaines. Les oiseaux ont reçu tous les vaccins habituels. La consommation et le poids corporel ont été enregistrés chaque semaine. À la fin des 5^{e} et 10^{e} semaines, on a procédé à des études de bilan (digestibilité) sur tous les oiseaux dans le groupe de démarrage et sur 4 oiseaux par répétition dans le groupe de finition.

ESSAI N° 2

Cinq cents poussins d'un jour, de race Anak, ont reçu une ration de démarrage contenant 24 % de protéine brute pendant les 6 premières semaines. Ensuite, 400 poussins ont été divisés en 20 groupes de 20 oiseaux chacun et placés dans des parquets. Des épluchures de manioc séchées et moulues ont été incorporées dans les 9 rations d'essai (rations 2 à 10). La ration 1 était la ration témoin à base de maïs. Les taux d'incorporation d'épluchures de manioc étaient de 7,5, 15,0 et 22,5 % de la composante maïs, et, dans chaque cas, on a suppléé au manque d'énergie alimentaire et de protéines résultant de l'inclusion d'épluchures de manioc en ajoutant aux rations de l'huile de palme et des concentrés protéiques (farine d'arachide, farine de poisson et farine de sang) respectivement. La conduite de l'essai pour les oiseaux du groupe de finition est la même que celle qui a été décrite à l'essai n° 1.

ÉTUDE SUR LES PONDEUSES

ESSAI N° 3

Deux cents poulettes de race Babcock, âgées de 24 semaines et prêtes à entrer en ponte, ont été divisées au hasard en 10 groupes de 20 oiseaux chacun. Elles ont reçu une ration témoin à base de maïs ou une ration où le maïs avait été remplacé dans des proportions de 68,2, 136,4, 204,6 ou 272,8 g/kg par des épluchures de manioc préparées de la façon décrite dans les études sur les poulets de gril. Chaque traitement a été répété deux fois. La consommation, la production d'oeufs et le poids corporel ont été consignés hebdomadairement pendant 10 semaines. À la fin de cette période, on a procédé à des études de bilan sur 6 oiseaux par répétition afin d'évaluer leur utilisation des éléments nutritifs.

ANALYSE CHIMIQUE

Les aliments et les matières fécales, séchées au four, provenant de toutes les étapes ont été soumis à une analyse immédiate (AOAC 1970). Une bombe calorimétrique (méthode balistique) a été utilisée pour déterminer l'énergie brute présente dans tous les échantillons.

ANALYSE STATISTIQUE

Les données ont été soumises à des analyses de la variance et le test de l'étendue multiple de Duncan a été utilisé pour évaluer la signification des moyennes obtenues pour les traitements (Steel et Torrie 1960).

Tableau 1. Performance, utilisation des éléments nutritifs et économie de la production chez les poulets de gril ayant reçu des rations contenant différents pourcentages d'épluchures de manioc.

Paramètre	Pourcentage d'épluchures de manioc (%)[a]				
	0,0 (1)	7,5 (2)	11,5 (3)	22,5 (4)	30,0 (5)
Étape de démarrage					
Consommation hebdomadaire/oiseau (g)	292,3	290,1	291,8	310,1	311,6
Gain pondéral hebdomadaire/oiseau (g)	132,8a	130,1a	129,6ab	126,3ab	120,1b
Consommation/gain pondéral	2,2	2,2	2,3	2,5	2,6
Mortalité (%)	2,5	5,0	10,0	15,0	15,0
Rétention azotée (%)	73,1	71,2	58,3	68,2	66,7
Coefficient d'utilisation des protéines	1,80	1,80	1,89	1,75	1,66
Coût des aliments/gain de poids vif (naira/kg)[b]	0,98	0,97	1,00	1,01	1,11
Énergie métabolisable (kcal/g)[c]	2,81	2,76	2,71	2,68	2,62
Étape de finition					
Consommation hebdomadaire/oiseau (g)	786,5b	791,3b	773,6b	813,2a	850,7a
Gain pondéral hebdomadaire/oiseau (g)	218,4a	219,3a	206,1ab	184,3b	180,1c
Consommation/gain pondéral	3,6c	3,6c	3,8b	4,4a	4,7a
Mortalité (%)	0,0	5,2	8,3	8,8	8,8
Rétention azotée (%)	66,4	66,2	64,8	65,1	64,1
Coefficient d'utilisation des protéines	1,34a	1,42a	1,38a	1,22b	1,14b
Coût des aliments/gain de poids vif (naira/kg)[b]	1,38	1,44	1,56	1,81	1,85
Énergie métabolisable (kcal/g)[c]	2,99	2,93	2,88	2,82	2,77

Note : Les valeurs d'une même rangée qui sont suivies d'une même lettre ne sont pas significativement ($P < 0,05$) différentes.

[a] Le numéro de la ration figure entre parenthèses.

[b] En février 1987, 2,6 nairas nigérians (NR) = 1 $ US.

[c] 1 cal = 4,19 J.

RÉSULTATS

ÉTUDES SUR LES POULETS DE GRIL

ESSAI N° 1

La performance des poulets de gril ayant reçu les rations 1 et 2 a été similaire dans tous les cas; toutefois, le taux de mortalité a été plus élevé dans le cas de la ration 2 (Tableau 1). La ration 3 a donné des résultats supérieurs à la ration 5 au chapitre de la consommation et du gain de poids corporel. De façon générale, les caractéristiques de performance ont été meilleures dans le cas des rations 1 et 2 que pour toutes les autres rations. Le coût des aliments par unité de poids a diminué de la ration 1 à la ration 5. Le coût des aliments par kilogramme de gain de poids vif était le plus bas pour les rations 1 et 2 de démarrage. Dans le cas des rations de finition, la ration 1 s'est avérée la meilleure à cet égard. L'énergie métabolisable a diminué de la ration 1 à la ration 5, tant pour le démarrage que pour la finition. La rétention azotée a également diminué de la ration 1 à la ration 5, à l'étape du démarrage, tandis qu'elle était légèrement supérieure dans le cas des rations 1 et 2, à l'étape de la finition.

ESSAI N° 2

La consommation a été plus élevée ($P < 0,05$) dans le cas des rations 3, 6 et 10 que dans celui de la ration 8 (Tableau 2). Le gain de poids corporel a été le plus bas ($P < 0,05$) dans le cas de la ration 8. Le taux de mortalité a été de zéro dans le cas des rations 3 et 6 et le plus élevé dans le cas de la ration 8. Le coût des aliments par kilogramme de gain de poids vif a été le plus élevé pour la ration 8; toutes les autres rations ont affiché un coût moins élevé que la ration témoin. L'énergie métabolisable a été la plus élevée dans le cas de la ration témoin et des rations 2, 5 et 8, auxquelles on a ajouté un complément d'huile de palme et de concentrés protéiques. Les rations d'essai sans complément (3, 6 et 9) ont affiché les taux d'énergie métabolisable les moins élevés. La rétention azotée n'a montré aucune tendance nette.

Tableau 2. Performance, utilisation des éléments nutritifs et économie de la production chez les poulets de gril de finition ayant reçu des rations contenant différents pourcentages d'épluchures de manioc.

Paramètre	Pourcentage d'épluchures de manioc (%)[a]								
	0,0 (1)	7,5 (2)	7,5 (3)	7,5 (4)	15,0 (5)	15,0 (6)	15,0 (7)	22,5 (8)	22,5 (9)
Consommation hebdomadaire/ oiseau (g)	780,0ab	790,0ab	810,0a	800,0ab	810,0ab	810,0a	770,0ab	740,0ab	780,0ab
Gain pondéral hebdomadaire/ oiseau (g)	220,0a	243,3a	296,8a	243,3a	216,6a	226,6a	223,3a	160,0b	220,0a
Consommation/gain pondéral	3,5a	2,3ab	3,4ab	2,3b	3,7ab	3,6ab	3,4ab	3,6a	3,5ab
Mortalité (%)	5,0	5,0	0,0	5,0	2,5	0,0	2,5	10,0	5,0
Rétention azotée (%)	65,0	66,3	64,9	66,9	65,3	64,4	67,3	66,2	65,5
Coefficient d'utilisation des protéines	1,40ab	1,51a	1,47a	1,49a	1,33ab	1,44ab	1,43ab	1,08c	1,40ab
Coût des aliments/gain de poids vif (naira/kg)[b]	1,45	1,33	1,26	1,32	1,42	1,22	1,23	1,81	1,19
Énergie métabolisable (kcal/g)	2,91	2,93	2,80	2,85	2,93	2,70	2,76	2,91	2,64
Protéine brute (%)	20,21	20,36	19,84	20,40	20,16	19,47	20,26	20,05	20,10

Note : Les valeurs d'une même rangée qui sont suivies d'une même lettre ne sont pas significativement ($P < 0,05$) différentes.

[a] Le numéro de la ration figure entre parenthèses.

[b] En février 1987, 2,6 nairas nigérians (NR) = 1 $ US.

ÉTUDE SUR LES PONDEUSES

ESSAI N° 3

La consommation hebdomadaire a été significativement ($P < 0,01$) plus élevée dans le cas de la ration 5 que dans celui de toutes les autres rations (Tableau 3). Le gain de poids corporel a diminué de la ration 1 à la ration 5. Le nombre d'oeufs produits par semaine a été le plus élevé ($P < 0,01$) pour les rations 1 et 3. La consommation par oeuf produit a été la plus élevée dans le cas de la ration 3 et la moins élevée dans le cas de la ration 1. L'énergie métabolisable a été la moins élevée ($P < 0,05$) dans le cas de la ration 5, la rétention azotée a diminué de la ration 1 à la ration 5, et le coût par oeuf produit a été le plus bas dans le cas des rations 4 et 5.

DISCUSSION

ESSAI N° 1

La consommation a augmenté et l'énergie métabolisable a diminué lorsque les rations contenaient davantage d'épluchures de manioc. Comme les oiseaux règlent leur consommation sur le niveau énergétique des aliments, ils ont consommé davantage d'aliments lorsque leurs rations contenaient des épluchures de manioc. L'énergie métabolisable de ce produit de rebut varie entre 1,52 et 2,16 kcal/g, par comparaison à 3,4 kcal/g pour le maïs (Tewe et Pessu 1982). La performance économique des poulets de gril ayant reçu des rations à base d'épluchures de manioc (à l'exception de la ration 2), lors de l'étape de démarrage, a été inférieure à celle des oiseaux ayant reçu la ration témoin, si l'on compare le coût des aliments par kilogramme de gain de poids vif. Cette situation est attribuable au taux de mortalité plus élevé qui a été observé dans le cas des rations à base d'épluchures de manioc. Un diagnostic post-mortem a montré que la mort des oiseaux était attribuable à la congestion pulmonaire, à la néphrite, à l'entérite et à la maladie de New Castle. Bien que les causes de la mortalité ne soient pas liées directement à la toxicité de l'acide cyanhydrique, il se peut que les oiseaux ayant été nourris avec des épluchures de manioc soient davantage sensibles aux maladies que ceux ayant reçu des rations à base de maïs à cause de la teneur en acide cyanhydrique du manioc et à la croissance de micro-organismes sur les épluchures de manioc séchées au soleil (Clerk et Caurie 1968; Tewe et al. 1976).

Tableau 3. Performance, utilisation des éléments nutritifs et économie de la production chez les pondeuses ayant reçu des rations contenant différents pourcentages d'épluchures de manioc.

Paramètre	Pourcentage d'épluchures de manioc (%)[a]				
	0 (1)	6,82 (2)	13,64 (3)	20,46 (4)	27,28 (5)
Coût des aliments[b]					
Naira/t	359,3	337,4	314,3	291,8	269,3
Naira/100 oeufs	5,6	5,4	6,4	4,7	4,8
Naira/kg oeufs	1,0	2,0	1,2	0,9	0,9
Consommation hebdomadaire/oiseau (kg)	0,80b	0,70c	0,74d	0,78b	0,84a
Ingestion hebdomadaire de protéine brute/oiseau (kg)	0,14a	0,13b	0,13b	0,13b	0,14a
Ingestion hebdomadaire d'acide cyanhydrique/oiseau (mg)	0,00e	14,74d	28,32c	44,78b	63,92a
Poids corporel initial moyen (kg)	1,83	1,78	1,73	1,72	1,71
Nombre hebdomadaire d'oeufs produits/oiseau	5,24a	4,92c	5,20a	5,05b	4,70c
Poids moyen des oeufs produits (g)	54,89c	55,69b	52,94d	53,67d	56,79a
Consommation (kg)/oeuf produit	0,15	0,16	0,21	0,16	0,18
Consommation (kg)/g oeuf produit	2,81c	2,90b	2,81c	2,93b	3,21a
Énergie métabolisable (kcal/g)[c]	3,09a	3,07a	3,05a	3,09a	2,75b
Rétention azotée (%)	58,48a	47,71ab	47,53ab	45,48ab	39,19b
Gain pondéral hebdomadaire (g)	0,012	0,009	0,010	0,004	0,005

Note : Les valeurs d'une même rangée qui sont suivies d'une même lettre ne sont pas significativement ($P < 0,05$) différentes.

[a] Le numéro de la ration figure entre parenthèses.

[b] En février 1987, 2,6 nairas nigérians (NR) = 1 $ US.

[c] 1 cal = 4,19 J.

ESSAI N° 2

Les effets de la complémentation des rations avec de l'énergie alimentaire et des protéines sur la performance des oiseaux, dans l'essai n° 2, n'ont pas montré une tendance nette (Tableau 2). Cependant, les oiseaux ont généralement consommé moins d'aliments dans le cas des rations 8 et 9 qui contenaient 22,5 % d'épluchures de manioc. Cela pourrait être attribuable à la texture davantage poussiéreuse de ces rations (Oke 1978). Le gain de poids corporel a été nettement moins élevé dans le cas de la ration 8. L'ajout d'huile de palme et de concentrés protéiques a fait augmenter le coût des aliments par unité de poids. Toutefois, le coût des aliments par kilogramme de gain de poids vif était moins élevé dans le cas des rations à base d'épluchures de manioc que dans celui de la ration témoin à base de maïs (à l'exception de la ration 8). Par conséquent, il est économiquement avantageux d'ajouter des épluchures de manioc (jusqu'à 22,5 %) dans les rations des poulets de gril à l'étape de la finition. La complémentation des rations avec de l'huile de palme et des concentrés protéiques réduit l'avantage obtenu au niveau des coûts, pour le producteur.

ESSAI N° 3

La performance des oiseaux, telle qu'elle est mesurée par la consommation et le gain de poids corporel, s'est avérée moins bonne dans le cas des rations à base d'épluchures de manioc à cause de leur teneur moins élevée en énergie métabolisable et de la présence d'acide cyanhydrique (Tewe 1975; Oke 1978). Toutefois, la production d'oeufs a été semblable pour toutes les rations. Étant donné que les épluchures de manioc ne coûtent rien, leur inclusion dans les rations des pondeuses a réduit le coût des aliments par oeuf produit. Par conséquent, il est justifié économiquement d'inclure jusqu'à 27,28 % d'épluchures de manioc dans les rations des pondeuses.

BIBLIOGRAPHIE

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1970. Official methods of analysis (11th ed.). AOAC, Washington, DC, États-Unis.

Clerk, G.C., Caurie, M. 1968. Biochemical changes caused by some aspergillus species in root tubers of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Tropical Science, 10, 149-153.

Longe, O.G., Famojuro, E.O., Oyenuga, V.A. 1977. Available carbohydrates and energy values of cassava, yam and plantain peels for chicks. West Africa Agriculture and Forestry Journal, 42, 408-418.

Oke, O.L. 1978. Problems in the use of cassava as animal feed. Animal Feed Science and Technology, 3, 345-380.

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York, NY, États-Unis.

Tewe, O.O. 1975. Implications of the cyanogenic glucosides fraction of cassava in the growth and reproductive performance of rats and pigs. University of Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de doctorat.

—— 1984. Energy and protein sources in poultry feeds. *In* Proceedings of a poultry seminar on soybeans held at Kaduna, Enugu and Ibadan, Nigeria, 9-12 July, 1984. p. 52-69.

Tewe, O.O., Job, T.A., Loosli, J.K., Oyenuga, V.A. 1976. Composition of two local cassava varieties and the effect of processing on their hydrocyanic acid content and nutrient utilization by the rat. Nigerian Journal of Animal Production, 3(2), 60-66.

Tewe, O.O., Oke, O.L. 1983. Performance, carcass characteristics and economy of production of growing pigs on varying dietary cassava peel levels. Nutrition Reports International, 28, 235-243.

Tewe, O.O., Pessu, E. 1982. Performance and nutrient utilization in growing pigs fed cassava peel diets containing different levels of cyanide. Nutrition Reports International, 26, 51-58.

RÉSUMÉS

CONSIDÉRATIONS SOCIO-ÉCONOMIQUES LIÉES À LA PRODUCTION ET À L'UTILISATION DU MANIOC : BASE POUR LA RECHERCHE AGRONOMIQUE ET GÉNÉTIQUE

A.E. IKPI, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria, TESFAYE GEBREMESKEL et N.D. HAHN, Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria, et J.A. EKPERE, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria

Les résultats d'une enquête socio-économique menée auprès de 150 producteurs de manioc répartis dans 15 villages de la région du gouvernement local d'Oyo, au Nigéria, sont résumés dans la présente étude. Les responsabilités des membres du ménage dans la prise de décision relativement à la production et à la transformation du manioc n'ont pas été établies avec netteté. Cependant, les rôles semblent très différenciés et sont liés étroitement à divers aspects de la production, de la transformation et de la commercialisation du manioc. L'enquête a permis d'établir que le ménage moyen consomme du manioc au moins une fois par jour, que les habitudes de consommation du manioc varient avec la saison et le revenu familial et que le manioc contribue à garantir la sécurité alimentaire des ménages lorsque les autres aliments de base se font rares ou sont trop coûteux. Les nombreuses utilisations que l'on peut faire du manioc favorisent sa contribution potentielle à la sécurité alimentaire. L'enquête a également permis de montrer que la culture du manioc est une entreprise rentable. La main-d'oeuvre et le transport sont les facteurs de production les plus coûteux pour le producteur rural qui cultive et transforme du manioc; ils interviennent respectivement pour 37,3 et 35,7 % du coût total. En général, 72 % de la main-d'oeuvre est familiale et 28 % est engagée. Les femmes et les enfants représentent 71 % de la main-d'oeuvre. Les répercussions économiques de cette division de la main-d'oeuvre sont examinées dans la présente étude.

FACTEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES INFLUANT SUR LE TRANSFERT DES NOUVELLES TECHNIQUES DE CULTURE DES PLANTES-RACINES AUX PETITS AGRICULTEURS DU SUD-EST DU NIGÉRIA

N.O.A. EZEH et M.N. UNAMMA, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria

Certains facteurs socio-économiques influant sur le transfert des nouvelles techniques de culture des plantes-racines aux petits agriculteurs de la zone agricole du sud-est du Nigéria (États d'Anambra, de Cross River, d'Imo et de Rivers) ont été examinés. Les facteurs choisis étaient l'âge, le niveau d'instruction, la participation à des associations, la disponibilité des facteurs de production, la rentabilité (productivité) des techniques, l'efficacité de la vulgarisation agricole et les conditions agroécologiques. L'échantillon comprenait 225 petits agriculteurs qui avaient atteint le "stade de l'adoption de masse" des techniques de culture manioc–maïs proposées par le Programme national de production alimentaire accélérée (NAFPP). Une analyse de corrélation (à laquelle on a appliqué les notions de la théorie des ensembles) des rapports existant entre les variables choisies a montré que le transfert des techniques de culture des plantes-racines était significativement associé à l'âge ($r = 0,38$), au niveau d'instruction ($r = -0,85$), à la disponibilité des facteurs de production ($r_s = -1$) et à la participation à des associations ($r_s = 0,90$).

RAPPORTS DES PAYS ET PROGRAMMES DE VULGARISATION

TRAVAUX DE VULGARISATION DE LA SOCIÉTÉ SHELL CONCERNANT L'IGNAME : ÉTUDE DE CAS

R.O.M. Offor[1]

En 1983, le programme de développement communautaire de la société Shell (SCDP) a permis la mise en oeuvre d'un programme quinquennal de vulgarisation dont l'objectif est d'établir et de promouvoir la production d'ignames de semence au Nigéria. Jusqu'à maintenant, le programme s'est avéré une réussite. En 1984 et 1985, la récupération des semenceaux d'igname a été en moyenne de 85,7 % et la participation des agriculteurs a été de 116 %. Le programme aide à rétablir la production de l'igname et à lui redonner son importance sociale ainsi qu'à éliminer certaines des traditions défavorables à la production de l'igname. On a éprouvé cependant certains problèmes, dont la conservation et l'entreposage des tubercules, la lutte contre les nématodes, l'approvisionnement en matériel de plantation, la disponibilité des engrais, l'analphabétisme des agriculteurs et le fait d'obtenir des agriculteurs qu'ils multiplient une part de leur récolte avant de commencer la production d'ignames de consommation. À l'avenir, afin d'atteindre les objectifs du programme quinquennal, le SCDP intensifiera les efforts de récupération, distribuera des mini-semenceaux à la place des macro-semenceaux, essaiera d'obtenir les relevés de plantation des agriculteurs qui ont laissé le programme et aidera les agriculteurs ayant réussi à obtenir de l'aide financière pour accroître leur production.

Selon une enquête menée conjointement par M.S. Igben du Nigeria Institute of Social and Economic Research, Ibadan, Nigéria, et T. Atinmo du Département de la nutrition humaine de l'Université d'Ibadan, Nigéria, l'igname est l'aliment de base qui est consommé le plus couramment au Nigéria, particulièrement dans les États de l'Est (Igben et Atinmo 1985). Malheureusement, au cours de la guerre civile, la récolte d'igname a été complètement perdue et, après la guerre, le coût élevé des semences a empêché la reprise de la culture de l'igname. Afin d'aider les producteurs d'igname, la société Shell a inclus en 1977 la production d'igname dans son programme de développement communautaire, en commençant par le projet Uboma dans la région du gouvernement local d'Etiti de l'État d'Imo. Le SCDP dirige à l'heure actuelle des projets semblables dans 14 zones de ses régions d'exploitation situées dans les États d'Imo, de Rivers et de Bendel. Lorsque le projet Uboma a été confié aux habitants locaux en 1978, on a mis en oeuvre un nouveau projet dans l'État d'Imo, appelé Egbema. Entre 1979 et 1983, le SCDP a fait des efforts importants pour encourager et soutenir la production d'igname dans de nombreuses régions de sa Division de l'Est.

PROGRAMME INITIAL

Le SCDP a favorisé, en premier lieu, la production directe de semences par l'entremise de ses conseillers en vulgarisation, mais la société Shell a constaté que les conseillers ne pouvaient pas combiner cette tâche avec leurs fonctions habituelles de vulgarisation. Par conséquent, elle a restreint la multiplication des semences à son centre de multiplication à Bori, au Nigéria. En deuxième lieu, le SCDP a distribué 11 874 ignames de semence aux agriculteurs qui les ont plantées entières et les ont récoltées comme ignames de consommation; la récolte a été consommée et, une fois encore, les agriculteurs se sont attendus à être approvisionnés en ignames

1. Shell Petroleum Development Company of Nigeria Ltd., Lagos, Nigéria.

de semence. En troisième lieu, le SCDP a distribué 88 236 macro-semenceaux directement aux agriculteurs entre 1979 et 1983 à la condition qu'ils retournent 30 % de leur récolte afin de la partager avec les autres agriculteurs l'année suivante; cependant, certains agriculteurs n'ont pas pu respecter cette entente à cause de mauvaises récoltes. Enfin, on a fait l'essai de trois cultivars de *Dioscorea rotundata* (igname guinée) (Ji-Ocha, Aga et Opoko) quant à leur rendement, leur saveur, leur commercialisation et leur tolérance aux infestations par les nématodes; le cultivar Opoko a donné les meilleurs résultats.

PROGRAMME QUINQUENNAL

En se fondant sur sa connaissance du cultivar Opoko et son expérience passée, la société Shell a conçu, en 1983, un programme quinquennal de vulgarisation dans le cadre de son Programme de développement communautaire (SCDP). Afin d'être admissibles au programme, les agriculteurs devaient appartenir à des coopératives ou à des associations d'agriculteurs. Ceux qui ont été admis à participer ont reçu chacun 1 000 macro-semenceaux d'igname (environ 200 g) et des quantités appropriées d'engrais et d'insecticides. Les dirigeants des groupes (président, secrétaire et trésorier) ont convenu, au nom des participants, que les semenceaux seraient plantés au bon moment et conformément aux pratiques agronomiques recommandées par le SCDP, que les participants retourneraient 30 % de leur récolte qui serait redistribuée entre les autres agriculteurs l'année suivante et que les ignames prélevées seraient divisées en semenceaux et multipliées encore une fois pour en faire des semences l'année suivante, avant que les agriculteurs puissent choisir de produire des ignames de consommation. À cause de l'approvisionnement limité en tubercules de grande qualité, le programme visera seulement 20 agriculteurs dans chacune des 7 zones d'extension de la Division au cours de la période de 5 ans. Les agriculteurs participants serviront de démonstrateurs et de points de référence pour les autres agriculteurs. Il est prévu que les avantages du programme motiveront les agriculteurs ne participant pas au programme à commencer eux-mêmes leur propre production d'ignames de semence.

RÉSULTATS DU PROGRAMME

Le programme est en vigueur depuis 2 ans (1984 et 1985) et la 3^{e} année vient tout juste de débuter. En 1984 et 1985 respectivement, on a distribué 83 294 et 134 597 semenceaux, soit un total de 217 891 semenceaux. Les taux de récupération en 1984 et 1985 ont été de 86,6 et de 84,9 % respectivement, soit un taux annuel moyen de récupération de 85,7 % (Tableau 1). Dans les zones d'Afam et d'Umuechem, on a obtenu des taux de récupération respectifs de 108 et de 109 %, à cause du rendement élevé obtenu par les agriculteurs et de l'honnêteté dont ces derniers ont fait preuve en déclarant leur récolte réelle à leurs coopératives. Dans la zone d'Imo River, on a obtenu en 1985 un taux de récupération de 65,5 % à cause d'un rendement peu élevé associé à la faible fertilité du sol et au manque d'engrais cette année-là. Dans la zone de Yorla, on a obtenu seulement un taux de récupération de 58,4 % en 1985 parce qu'un groupe de producteurs, considérant les ignames distribuées par le SCDP comme une compensation pour le pétrole provenant de leur région, a refusé de retourner la proportion de sa récolte dont il avait été convenu. Ce groupe a été éliminé du programme.

En 1984, 147 agriculteurs ont participé au programme, ce qui représente 122,5 % du nombre prévu (120). En 1985, 154 agriculteurs ont participé au programme, bien qu'on ait prévu un nombre de 140 (participation de 110,0 %). Pour les deux années, la participation moyenne par zone a été de 116 % (Tableau 2). Les zones d'Afam, d'Imo River et de Kolo Creek ont atteint des taux de participation de 215, 127,5 et 145 % respectivement, parce que les responsables ont donné 500 semenceaux ou moins à chaque agriculteur au lieu de 1 000 comme cela était prévu. Les participants de ces régions voulaient que tous les agriculteurs aient des semenceaux, peu importe le nombre de semenceaux. Cette question a mis en danger l'existence des coopératives, et les conseillers en vulgarisation ont dû faire des compromis pour sauver les coopératives. Par ailleurs, comme le programme était restreint aux coopératives et que la participation des agriculteurs à ce

Tableau 1. Distribution et récupération des semenceaux d'igname en 1984 et 1985.

Zone	1984				1985			
		Récupération				Récupération		
	Distribution (semenceaux)	Prévue (ignames de semence)	Réelle (ignames de semence)	Résultats (%)	Distribution (semenceaux)	Prévue (ignames de semence)	Réelle (ignames de semence)	Résultats (%)
Afam	18 300	6 100	4 694	77,0	19 430	6 476	6 997	108,0
Assa/Ibigwe	14 756	4 919	4 406	89,6	22 896	7 632	6 143	80,5
Egbema/Oguta	8 640	2 880	2 239	77,7	20 848	6 947	6 743	97,0
Imo River	17 000	5 666	5 122	90,4	23 850	7 950	5 207	65,5
Kolo Creek	—	—	—	—	11 800	3 933	3 729	94,8
Umuechem	12 114	4 038	4 173	103,3	12 523	4 174	4 579	109,0
Yorla	12 484	4 161	3 414	82,0	23 250	7 750	4 523	58,4
Total	83 294	27 764	24 048	86,6	134 597	44 658	37 921	84,9

Tableau 2. Nombre d'agriculteurs participants en 1984 et en 1985.

Zone	1984			1985[a]			1984–1985		
	Prévue	Réelle	Résultat (%)	Prévue	Réelle	Résultat (%)	Prévue	Réelle	Résultat (%)
Afam	20	60	300	20	26	130	40	86	215
Assa/Ibigwe	20	16	80	20	24	120	40	40	100
Egbema/Oguta	20	21	105	20	9	45	40	30	75
Imo River	20	27	135	20	24	120	40	51	128
Kolo Creek	—	—	—	20	29	145	20	29	145
Umuechem	20	12	60	20	14	70	40	26	65
Yorla	20	11	55	20	28	140	40	39	98
Total	120	147	123	140	154	110	260	301	116

[a] Les valeurs s'appliquent aux nouveaux agriculteurs participants.

genre d'association est peu importante dans la zone d'Umuechem, un nombre d'agriculteurs moins élevé que prévu a participé au programme au cours de la période de deux ans (65 %). De même, dans la zone d'Egbema/Oguta, on a enregistré un taux de participation de 75 % en raison de la distribution d'une quantité moins importante d'ignames de semence suite à des intrants importants dans cette zone avant le début du programme.

TRAVAUX DE VULGARISATION SUR L'IGNAME EN UGADA

L'étude socio-économique qui a précédé les activités du SCDP dans la région d'Ugada-Oguta dans la zone Egbema/Oguta a révélé que la principale occupation des habitants de cette région était la production d'ignames et qu'une des principales contraintes était le manque de capital. Les agriculteurs empruntaient de l'argent pour lequel ils payaient jusqu'à 150 % en frais d'intérêt. Une autre contrainte était constituée par l'approvisionnement en ignames de semence. Depuis toujours, les habitants de la région achetaient leurs ignames de semence à l'extérieur parce qu'ils croyaient que le sol de la région ne convenait pas à la production d'ignames de semence.

Par l'entremise des services de vulgarisation du SCDP, les agriculteurs se sont organisés en société coopérative et ont obtenu un prêt de 48 000 nairas nigérians du SCDP pour produire des ignames de semence en 1982 et 1983. Le prêt a été remboursé en 10 mois au lieu de 12 mois, comme il avait été entendu. Les responsables des services de vulgarisation du SCDP ont présenté la coopérative de producteurs à la United Bank for Africa (UBA) qui, en 1984 et 1985, lui a accordé un prêt de 154 000 nairas nigérians. Les producteurs ont planté plus de 460 000 pieds d'ignames de consommation. Pendant la saison en cours, le groupe de producteurs a négocié, sans l'aide du SCDP, un emprunt de 90 000 nairas nigérians auprès de la même banque. Par conséquent, la contrainte constituée par le manque de capital a été éliminée.

Dans la région d'Ugada, le personnel de vulgarisation du SCDP a mis en place une parcelle de démonstration pour l'igname de semence dans un secteur où l'on a obtenu un bon rendement. Les agriculteurs ont admis que le rendement était bon, mais ils ont affirmé que, si l'on plantait des ignames de semence dans le sol de leur région, le rendement serait faible. Le personnel de vulgarisation a donc mis en place une parcelle de démonstration dans leur secteur. Le rendement a été aussi bon que le rendement obtenu avec les ignames de semence achetées à l'extérieur. Par conséquent, plus de 162 agriculteurs (66 %) de ce secteur cultivent maintenant leurs propres ignames de semence. Entre 1984 et 1985, ils ont planté un total de 125 300 pieds d'ignames de semence.

RÉPERCUSSIONS SUR LES COLLECTIVITÉS

Le programme quinquennal, qui est offert seulement aux participants dynamiques, a encouragé la formation de nombreuses coopératives, car les agriculteurs se sont rendu compte que c'était là un moyen d'accroître leur production agricole. L'igname, dont la culture est pratiquée par un grand nombre de gens, est en train de redevenir une denrée recherchée et confère à ceux qui la produisent et en possèdent un statut social respectable. Le programme est très bien accepté par les habitants, il donne de la crédibilité au SCDP dans les secteurs visés et suscite la bonne volonté des habitants à l'égard de la Shell Petroleum Development Company. Le programme a permis de garantir une production continue et fiable parce que les agriculteurs produisent maintenant leurs propres ignames de semence. Les traditions qui entravaient la production de l'igname disparaissent peu à peu. Par exemple, dans certaines régions, les femmes ne font plus bouillir pour les consommer les petits tubercules d'igname qui leur sont remis après la récolte par leurs maris, comme c'est la tradition. Dorénavant, on plante les petits tubercules pour produire des ignames de semence. En outre, dans une région, les agriculteurs ont cessé d'acheter des ignames de semence à l'extérieur. Dans une autre région, les agriculteurs établissent maintenant leurs besoins en semences et vendent l'excédent durant la période de plantation, au moment où le prix est élevé, au lieu d'attendre d'avoir fini leurs propres plantations, au moment où la demande (et le prix) a fléchi.

PROBLÈMES

La conservation et l'entreposage des tubercules s'avèrent des problèmes importants. Des essais préliminaires ont montré qu'il vaut mieux entreposer les tubercules dans une maison que dans un grenier ouvert et densément ombragé. Cet aspect du programme nécessite que l'on fournisse une aide et un soutien à la recherche. Le manque de matériel de plantation et les nématodes constituent aussi des problèmes. Le carbofuran, produit de lutte contre les nématodes, n'est pas disponible parfois; lorsqu'il l'est, cependant, il coûte trop cher pour les agriculteurs. Il faut faire de la recherche sur la lutte contre les nématodes qui soit axée sur les pratiques culturales.

Dans le cadre du programme quinquennal, il est difficile d'obtenir des agriculteurs qu'ils multiplient davantage une part de leur récolte pour l'année suivante avant de commencer la production d'ignames de consommation. Ils veulent commencer la production d'ignames de consommation après un an. Il est peu probable que cette exigence du programme soit modifiée malgré les pressions à cet effet, car le fait, pour un agriculteur, de détenir une quantité suffisante de semences, est une donnée essentielle pour l'atteinte des objectifs du programme. On a commencé à éliminer du programme les agriculteurs qui refusent de multiplier une partie de leur récolte et de retourner la quantité convenue.

À cause de l'analphabétisme des agriculteurs, il est impossible d'exiger de ces derniers de tenir des relevés de leurs propres plantations et des plantations provenant du matériel fourni par le SCDP. Par conséquent, il est difficile de surveiller et d'évaluer la croissance de l'entreprise d'un agriculteur lorsqu'il cesse de recevoir des semenceaux du SCDP. De plus, les traditions et les coutumes ont parfois des effets défavorables. Dans certaines collectivités, la mort d'un membre

de la famille ou d'un voisin durant la saison cruciale de la plantation impose aux autres membres de la collectivité qu'ils cessent le travail agricole pendant plus de 4 jours par sympathie et par respect. Cette coutume retarde la plantation, donnant lieu par conséquent à une faible récolte et à un rendement peu élevé pour le SCDP. Enfin, la non-disponibilité d'engrais au moment crucial, particulièrement dans les régions où le sol est pauvre, s'avère un grave problème.

PLANS POUR L'AVENIR

La société Shell prévoit exécuter en entier son programme quinquennal et atteindre les 700 agriculteurs cibles. Afin d'accomplir cela et de disposer de suffisamment de matériel de plantation, elle devra distribuer des mini-semenceaux au lieu de macro-semenceaux. Toutefois, il se peut que cette approche ne produise pas le calibre d'ignames de semence requis dans certaines régions, au cours d'une génération. (La société Shell a mis en place des parcelles de démonstration pour la production d'ignames de semence au moyen de la technique des mini-semenceaux à sa ferme de Bori et également au centre de multiplication d'Agbarho dans sa Division de l'Ouest, où les travaux de vulgarisation sur l'igname débutent.) Les efforts de récupération s'intensifieront. La société Shell continuera de restreindre le programme aux coopératives, car elles ont contribué au succès déjà obtenu. Les comités d'action de ces coopératives distribuent les ignames fournies par Shell, inspectent les cultures des participants et récupèrent, comme convenu, une partie de la récolte. Lorsque tous les membres d'une coopérative existante ont participé au programme et que les conditions de participation sont rendues difficiles pour les nouveaux membres, la société Shell mettra sur pied une nouvelle coopérative au sein de la collectivité afin que le programme sur l'igname atteigne davantage de personnes. On tentera d'obtenir les relevés de plantation des agriculteurs qui ont cessé de recevoir des ignames de semence de la société Shell afin d'examiner la croissance de leur entreprise. On aidera les agriculteurs qui atteignent le stade de plantation de 5 000 pieds à obtenir des prêts bancaires en vue de porter leur production à l'échelle commerciale. Quatre agriculteurs d'Egbema ont déjà atteint ce stade.

CONCLUSION

Depuis 9 ans, la société Shell a fait du travail de vulgarisation sur l'igname dans sa Division de l'Est. Au cours de cette période, elle a conçu un programme quinquennal qui en est actuellement à sa 3^{e} année et qui, jusqu'à maintenant, s'est avéré une réussite. La société Shell a l'intention de surveiller, d'évaluer et d'organiser le programme afin qu'il devienne un modèle pour les autres organismes intéressés.

BIBLIOGRAPHIE

Igben, M.S., Atinmo, T. 1985. Satisfaction of basic needs in Nigeria: the food and nutritional dimension. Rapport d'une étude commanditée par le Nigerian Institute of Social and Economic Research, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria.

PRODUCTION DE MANIOC AU RWANDA : TECHNIQUES DE POINTE

M.N. Alvarez[1] et J. Mulindangabo[2]

Le manioc joue un rôle important en tant que source de glucides et ressource alimentaire au Rwanda. Il s'intègre bien dans le système de culture et tolère divers stress environnementaux. Notre enquête sur la production de manioc au Rwanda a permis d'examiner de plus près les pratiques de production et de constater les limites du réservoir génétique existant. L'établissement d'un système de multiplication visant à garantir l'approvisionnement en matériel de plantation sain fait l'objet d'une recommandation.

Le manioc joue un rôle très important en tant que source de glucides alimentaires de base au Rwanda, comme dans de nombreux pays africains. Le Rwanda est un des pays les plus densément peuplés d'Afrique; en outre, il pratique une agriculture très intensive. Le manioc est cultivé dans des régions variant des basses terres sèches marginales à des terres situées à des altitudes de 2 100 m au-dessus du niveau de la mer. Comme le manioc peut continuer de produire durant la longue saison sèche et dans des sols pauvres, on le cultive de plus en plus (Kamanzi 1983; Delepierre 1985; Rwamasirabo 1985). Par conséquent, le manioc joue un rôle important en tant que culture commerciale.

Malgré l'importance croissante de cette culture, la connaissance de plus en plus répandue qu'ont les consommateurs de la qualité du manioc et l'information sur sa distribution, les clones cultivés le plus couramment et préférés par les agriculteurs ne sont pas disponibles. Par conséquent, une enquête a été entreprise afin d'améliorer notre connaissance des techniques de production du manioc au Rwanda et d'établir les attentes des producteurs de manioc.

MÉTHODES D'ENQUÊTE

L'enquête par questionnaire a permis de recueillir des données qualitatives et quantitatives sur les façons et pratiques culturales de 57 agriculteurs répartis dans les 7 principales régions de culture du manioc au Rwanda. Dans chaque région, un échantillon de trois agriculteurs provenant de chacune des trois communes a été formé. Sur chaque exploitation agricole, au moins trois membres de l'équipe de l'enquête ont interviewé les agriculteurs au sujet de leurs parcelles cultivées en manioc. Les sujets abordés étaient les suivants : superficie relative des parcelles de manioc, clones utilisés, méthodes de plantation, époques de plantation et de récolte, entreposage, transformation, commercialisation et habitudes de consommation et préférences. Les distributions de fréquence en pourcentage ont été utilisées pour analyser les données.

1. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.
2. Institut des sciences agronomiques du Rwanda, Butare, Rwanda.

RÉSULTATS

RÉGIONS

Au Rwanda, le manioc est cultivé dans des régions agricoles dont l'altitude varie entre 1 000 et 2 100 m au-dessus du niveau de la mer (Tableau 1). Les 7 principales zones de culture du manioc dans ces régions avaient une altitude moyenne de 1 477 m au-dessus du niveau de la mer, et 69 % des exploitations étaient situées entre 1 400 et 1 650 m, 15 % au-dessous de 1 400 m et 16 % au-dessus de 1 650 m.

Tableau 1. Altitude (m au-dessus du niveau de la mer) des principales régions de culture du manioc, au Rwanda.

Région	Altitude[a]
Imbo	1 116 (1 000–1 400)
Impala	1 456 (1 450–1 500)
Plateau central (crête granitique)	1 850 (1 750–2 100)
Mayaga	1 505 (1 450–1 650)
Bugesera	1 405 (1 350–1 450)
Plateau de l'Est	1 524 (1 450–1 700)
Savane de l'Est	1 438 (1 300–1 600)

[a] Les valeurs présentées sont des moyennes, avec la fourchette correspondante entre parenthèses.

PRÉPARATION DU SOL ET PLANTATION

Les parcelles de manioc, dont la superficie se situe entre moins de 0,05 ha et 1,5 ha, pour une superficie moyenne de 0,22 ha, sont toutes remuées à la pioche. La plantation sur labour à plat est de règle; le buttage est rarement utilisé. Environ 13 % des terres cultivées en manioc avaient été précédemment soumises à une jachère à long terme et 17 %, à une jachère à court terme (une ou deux saisons). Sur les autres 70 % de terres, le manioc suivait d'autres cultures, telles les haricots, la patate douce et le sorgho dans 47 % des cas.

Environ 86 % des agriculteurs ont planté du manioc à la fois pendant la première saison (septembre–octobre) et pendant la seconde saison (mai–juin). Au cours de la première saison de 1984, environ 65 % des agriculteurs rwandais ont cultivé du manioc (Rwamasirabo 1985). Durant la seconde saison, la plantation est dépendante de la main-d'oeuvre disponible et, à cette époque, d'autres cultures sont généralement considérées prioritaires à ce chapitre.

Près de 85 % des agriculteurs participant à l'enquête ont obtenu leur matériel de plantation de la récolte précédente. Ce matériel était généralement de mauvaise qualité parce qu'il incluait des tiges non nettoyées, atteintes par la mosaïque et d'un âge physiologique inapproprié. L'Institut des sciences agronomiques du Rwanda, le service national des semences et d'autres projets agricoles ont également fourni, en quantités limitées, du matériel de végétation.

La tige est coupée en 10 à 30 segments qui sont plantés horizontalement ou verticalement à divers espacements, selon qu'il s'agit d'une culture mixte ou d'une monoculture. La densité de plantation varie de 1 000 à 40 000 pieds/ha, avec une densité médiane de 14 000 pieds/ha. Aucun engrais ni compost n'est appliqué aux cultures de manioc.

VARIÉTÉS ET SYSTÈMES DE CULTURE

On a trouvé au total 20 variétés cultivées dans les 7 régions. De ces 20 variétés, 6 étaient des variétés amères, cultivées par 54 % des agriculteurs, et le cultivar Eala 07 représentait environ 40 % des superficies cultivées en manioc amer. Les 14 variétés douces étaient cultivées par 46 % des agriculteurs, et le cultivar Gacyacyali à lui seul représentait jusqu'à 70 % des superficies cultivées en manioc doux dans les régions sèches. De façon générale, les agriculteurs cultivaient chacun en moyenne 3 variétés, tant amères que douces.

Environ 67 % des agriculteurs participant à l'enquête ont cultivé du manioc en association avec d'autres cultures dans les proportions suivantes : haricots, 32 %; arachides, 20 %; patate douce, 15 %; maïs, 12 %; sorgho, 10 %. On a noté également d'autres associations spéciales avec la banane, le macabo (*Xanthosoma*) et d'autres légumes (Kamanzi 1983; Price 1984).

RÉCOLTE

Généralement l'arrachage des tubercules se fait à la pioche ou à la main. Un petit pourcentage d'agriculteurs récoltent à l'occasion seulement quelques tubercules sur un pied (écrémage), bien que 72 % des agriculteurs échelonnent la récolte du manioc doux sur 8 à 12 mois et celle du manioc amer sur 12 à 48 mois, le gros de la récolte se faisant durant la longue saison sèche.

Le rendement médian en manioc, établi au cours de la présente enquête, était de 2,7 kg/m^2, pour une fourchette de 0,8–6 kg/m^2 dont l'amplitude est expliquée par l'époque de la récolte et l'altitude (Fig. 1). Le rendement en racines (y, tonnes par hectare) a diminué à mesure que l'altitude s'est élevée (x, mètres) : $y = 97{,}8 - 0{,}041\ x$.

TRANSFORMATION (MANIOC AMER)

La détoxification du manioc est accomplie principalement par des techniques de fermentation. La fermentation peut être humide ou sèche; 91 % des agriculteurs participant à l'enquête font fermenter le manioc dans l'eau et seulement 9 % utilisent la fermentation sèche.

Dans le processus de fermentation humide, les tubercules de manioc sont épluchés, lavés et mis à tremper dans de l'eau, ou ils sont d'abord mis à tremper dans de l'eau, laissés fermenter, puis épluchés et lavés. Le trempage (fermentation) dure généralement de 4 à 7 jours.

La fermentation sèche se pratique généralement dans les régions où l'eau est une denrée rare et lorsque les quantités à traiter sont petites. De même, les tubercules de manioc sont épluchés, laissés entiers ou découpés en morceaux, placés dans un panier tapissé de feuilles de bananier, aspergées ou non d'eau, recouverts d'autres feuilles et laissés moisir pendant 4 à 6 jours. La moisissure est enlevée une fois la fermentation finie, et la pulpe est mise à sécher.

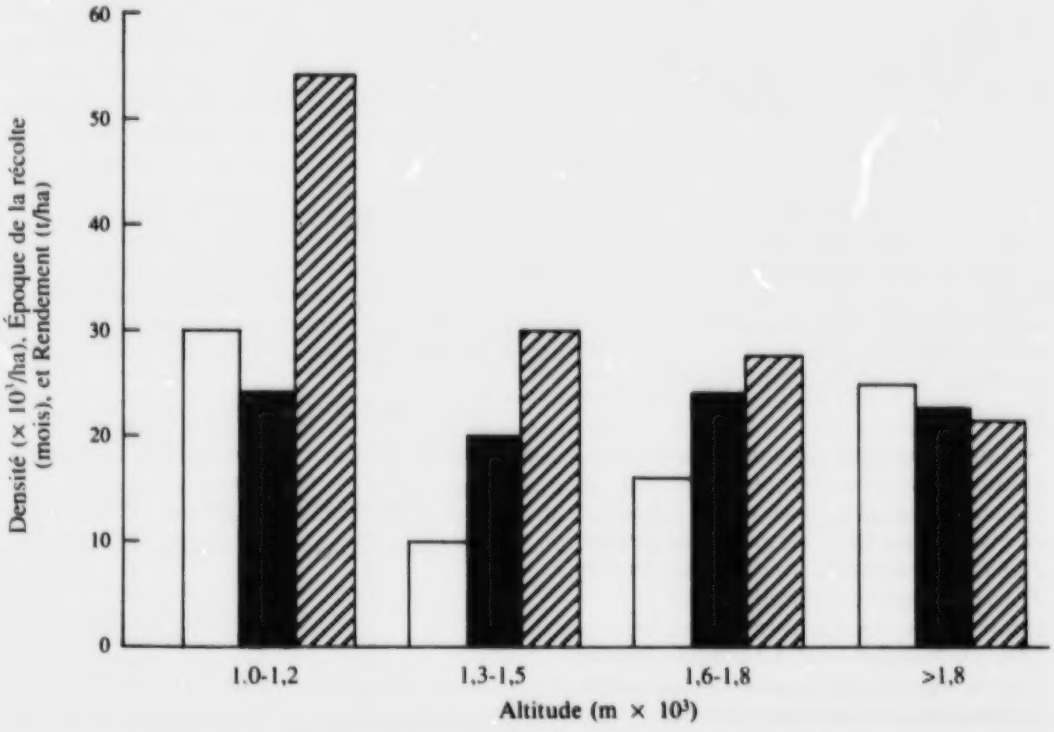


Figure 1. Densité (□), époque de la récolte (■) et rendement moyen (▨) du manioc à différentes altitudes, au Rwanda.

Le séchage a lieu sur des plates-formes surélevées, des planchers et des toits pendant 1 à 18 jours, selon les conditions atmosphériques; dans des conditions normales, le séchage prend de 4 à 7 jours. Les cossettes de manioc séchées sont entreposées dans des paniers ou des sacs, ou elles sont moulues en farine alimentaire à l'aide d'un broyeur ou d'un mortier.

De nombreux consommateurs choisissent leurs cossettes et leur farine de manioc en se fondant principalement sur la couleur, le produit brun étant inférieur au produit blanc, malgré des prix identiques.

Lorsque les agriculteurs ont accès à des broyeurs, ils doivent payer des frais de 2 RWF/kg de cossettes (en février 1987, 81 francs rwandais [RWF] = 1 $ US). Un grand nombre de broyeurs sont situés dans les régions urbaines et, en période de pointe, ils peuvent moudre de 3 à 5 t de cossettes par jour, offrant ainsi un service précieux et efficace aux agriculteurs.

COMMERCIALISATION

Les agriculteurs cultivent le manioc surtout parce qu'il constitue une source alimentaire importante et fiable en période de pénurie (généralement durant les longues saisons sèches), mais aussi une source de recettes. Environ 71 % des agriculteurs vendent plus de 45 % de leur production.

La commercialisation des cossettes de manioc, des producteurs aux consommateurs urbains, suppose que les producteurs apportent leurs produits, principalement des cossettes séchées, dans des paniers en équilibre sur leur tête vers les marchés locaux, qui se tiennent une ou deux fois par semaine dans une région donnée. Les marchands et les négociants, venus des villes en camion, achètent de grandes quantités de manioc pour le revendre à des centres intermédiaires, dont la capacité d'entreposage peut aller jusqu'à 15 t, ou dans les villes. Au niveau du détail, Kigali, Kamembe, Butare et les autres villes se partagent respectivement 60, 14, 9 et 17 % du marché.

Les prix les plus bas sont offerts dans les marchés locaux, et, selon la région et la saison, les cossettes de manioc se vendent 200–500 RWF le panier (15–20 kg) et 7–30 RWF/kg au détail. Dans les villes, les cossettes de manioc se vendent 25–30 RWF/kg au détail. Les cossettes sont moulues dans des établissements de broyage moyennant 2 RWF/kg, et la farine se vend 40–50 RWF/kg. La plupart des consommateurs font moudre entre 10 et 20 kg par visite.

HABITUDES DE CONSOMMATION

La consommation de manioc doux frais et de manioc amer transformé est répandue au Rwanda et représente environ 8 % de l'ingestion calorique totale des adultes et des enfants. La fréquence de la consommation varie avec la région et la saison, mais la consommation par habitant se ressemble d'une région à l'autre. Habituellement, on consomme le manioc avec des haricots, de la viande, du poisson, des arachides ou des légumes. Durant la saison sèche, on peut consommer le manioc seul après l'avoir fait bouillir. Les enfants mangent également, en petites quantités, du manioc doux cru comme goûter.

Dans une région de culture située à une altitude moyenne à élevée (région 1, R1), la plupart des familles consomment la farine de manioc sous forme de gari ou de pâté de 2 à 6 fois par semaine, avec une moyenne de 3 fois par semaine (Tableau 2). Elles consomment moins souvent du manioc frais, généralement de 1 à 2 fois par semaine. Dans la région 2 (R2), plus sèche, la plupart des familles consomment moins fréquemment de la farine de manioc,

Tableau 2. Fréquence (%) de la consommation de manioc dans deux régions (R1 et R2) du Rwanda.[a]

Nombre de fois par semaine	Farine de manioc sous forme de pâté ou de gari		Tubercules frais	
	R1	R2	R1	R2
1	—	50	37	—
2	28	37	50	25
3	37	—	—	31
4	13	—	—	19
5	10	—	—	—
6	12	13	13	—
7	—	—	—	25

[a] Voir le texte pour la description de R1 et R2.

généralement de 1 à 2 fois par semaine (Tableau 2). Dans cette région, on consomme plus fréquemment le manioc frais (5 fois par semaine). Cette habitude de consommation a également été observée par D.S. Ngambeki qui a signalé un taux de consommation de manioc frais d'environ 4 fois par semaine (communication personnelle). Bien que l'enquête n'ait pas porté sur les habitudes des habitants de la capitale de Kigali, des observations superficielles font état d'un taux de consommation élevé. Certaines familles consomment du manioc chaque jour, et les établissements de broyage installés dans les parties populeuses de Kigali sont toujours très occupés.

CONTRAINTES LIÉES À LA PRODUCTION ET À L'UTILISATION DU MANIOC

POTENTIEL DE RENDEMENT PEU ÉLEVÉ

Un grand nombre de clones de manioc doux cultivés localement par les agriculteurs sont caractérisés par une tubérisation tardive et un rendement peu élevé après 9–12 mois. La survie et la croissance des tubercules pendant les longues saisons sèches résultent dans un dépérissement important et une reprise tardive des plants. Bien qu'on plante de plus en plus le manioc à des altitudes élevées (1 650–1 800 m), les clones locaux ne sont pas adaptés à un tel milieu et, par conséquent, donnent des rendements peu élevés, même après 24 mois. La variété amère la plus répandue donne de bons rendements si les boutures utilisées sont saines.

MALADIES ET PARASITES

Au Rwanda, le parasite le plus destructeur du manioc est le tétranyque vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*). Il est répandu dans environ 70 % de la région de culture du manioc et est probablement responsable de la défoliation durant la saison sèche. Récemment, on a observé la présence de la cochenille du manioc dans une région où l'on cultive peu de manioc; néamoins, ce parasite menace maintenant la production du manioc au Rwanda. La mosaïque du manioc est répandue dans les champs cultivés et elle est fréquemment propagée par l'intermédiaire du matériel de plantation utilisé par les agriculteurs. Une infestation sévère de la brûlure bactérienne du manioc se limite à des régions de sols pauvres situées à des altitudes intermédiaires. La cercosporiose du manioc entraîne une défoliation importante durant la saison des pluies. Ensemble, la mosaïque, la brûlure bactérienne et la cercosporiose du manioc interviennent pour 70 % des maladies du manioc au Rwanda.

CONTRAINTES LIÉES À L'UTILISATION

Bien que la production et l'utilisation du manioc pour l'alimentation humaine connaissent un accroissement, il faut améliorer l'utilisation qui en est faite. La transformation du manioc exige une main-d'oeuvre beaucoup plus nombreuse par comparaison à d'autres cultures vivrières courantes. Dans certaines régions, il faut également améliorer l'hygiène du processus de transformation. De plus, les habitudes de consommation limitent la diversité des formes alimentaires du manioc. Ainsi, l'utilisation de farines composites comprenant du sorgho (ce qui augmente la valeur biologique des régimes à base de manioc, en particulier pour les jeunes enfants) ou des feuilles de manioc comme légume nutritif est rare.

CONCLUSIONS

La présente enquête a montré que le manioc s'intègre bien aux systèmes d'exploitation agricole existants, qui ont recours à une quantité limitée de facteurs de production, et s'avère de plus en plus un aliment préféré par de nombreux agriculteurs des régions plus sèches du Rwanda pour satisfaire leurs besoins en énergie alimentaire. Le manioc a la capacité de s'adapter à une

plantation et un désherbage tardifs, ce qui est avantageux pour l'agriculteur; les tubercules peuvent être laissés en terre et récoltés au fur et à mesure des besoins et ils se conservent bien une fois transformés. Le rôle le plus important du manioc est celui d'aliment de réserve, surtout durant les longues saisons sèches.

Bien que les agriculteurs utilisent plusieurs cultivars, on se heurte tout de même à des limites variétales. À elle seule, une variété intervient pour plus de 40 % du manioc amer produit et, dans le cas du manioc doux, une seule variété peut représenter jusqu'à 70 % de la production dans une région donnée. Cette utilisation des variétés favorise grandement la propagation éventuelle de maladies graves et de parasites, à preuve la cochenille du manioc qui menace maintenant la culture du manioc au Rwanda. De plus, on ne peut pas exploiter de façon optimale les agroécosystèmes du pays avec une ou deux variétés. Par conséquent, afin d'accroître les rendements et de contrer la vulnérabilité génétique des variétés, il faut mettre au point des variétés résistantes à de nouvelles maladies et à de nouveaux parasites qui soient adaptées aux principales régions de culture du manioc. En outre, afin de continuer à obtenir des rendements élevés à court terme, il faut multiplier et distribuer du matériel de plantation sain constitué par les variétés recommandées disponibles.

BIBLIOGRAPHIE

Balasubramanian, V., Price, M. 1984. Survey of farming systems in the Gisaka-Migongo region of Rwanda. Institut des sciences agronomiques du Rwanda, Butare, Rwanda. Rapport d'enquête. Octobre 1984.

Delepierre, G. 1985. Évolution de la production vivrière et les besoins d'intensification. *In* Premier séminaire national sur la fertilisation des sols au Rwanda, Kigali, Rwanda, 17-20 juin 1985. p. 58-86.

Kamanzi, F. 1983. Situation de la culture du manioc en milieu rural: culture et sélection du manioc et de la patate douce au Rwanda. *In* Compte rendu des journées d'études, Rubona, Rwanda, 8-9 juin 1983. Institut des sciences agronomiques du Rwanda, Butare, Rwanda. p. 37-40.

Rwamasirabo, S. 1985. Résultats statistiques de l'élevage au Rwanda. *In* Premier séminaire national sur la fertilisation des sols au Rwanda, Kigali, Rwanda, 17-20 juin 1985. p. 13-57.

BIBLIOGRAPHIE

Abasi, L., Onwueme, I.C. 1984. Herbicidal weed control in tannia cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*). *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 91-95.

Abdullahi, A. 1985. Role of agriculture in reversing Nigeria's economic crisis. Exposé présenté devant le Nigerian Institute for Social and Economic Research (NISER) — partie 2. The Guardian, Lagos, Nigéria, le mercredi 11 décembre 1985. p.1.

Abruna-Rodriguez, F., Vincente-Chandler, J., Rivera, E., Rodriguez, J. 1982. Effect of soil acidity factors on yields and foliar composition of tropical crops. Soil Science Society of America Journal, 46, 1004-1007.

Acland, J.D. 1971. East African crops. Longman Group Ltd, Londres, R.-U. 252 p.

Adelana, B.O. 1979. Effect of mulching and staking on tomatoes yields in Western Nigeria. Nigerian Agricultural Journal, 1979. 1-12.

Adeniji, M.O. 1970. Fungi associated with storage decay of yam in Nigeria. Phytopathology, 60, 590-592.

Adesujan, S.O., Odihirin, R.A. 1977. Plant parasitic nematodes associated with yam tubers in the Mid-West State, Nigeria. Nigerian Journal of Plant Protection, 3, 178-179.

Adesuyi, S.A. 1973. Curing techniques for reducing the incidence of rot in yams. Nigerian Stored Products Research Institute, Lagos, Nigéria. Rapport 971(9), 57-63.

____ 1982. The application of advanced technology to improvement of yam storage. *In* Miege, J., Lyonga, S.N., éd., Yams (Ignames). Clarendon Press, Oxford, R.-U. p. 312-319.

Adesuyi, S.A., Mackenzie, J.A. 1977. The effects of temperature on storage losses of yam tubers (*D. rotundata* Poir). *In* Annual report, 1974. Nigerian Stored Products Research Institute, Lagos, Nigéria. p. 73-84.

Adrian, J., Peyrot, F. 1970. Rôle de la feuille de manioc dans les rations alimentaires de type tropical. Médecine Tropicale, 30, 2.

Agboola, S.A. 1968. Pattern of food crop production in south-western Nigeria. Nigerian Geographic Journal, 11(2), 135-152.

____ 1979. An agricultural atlas of Nigeria. Oxford University Press, Londres, R.-U.

Agedah, H. 1980. Impact of Nigerian culture on management and productivity. Exposé présenté lors de la 3e conférence nationale sur la gestion, Port Harcourt, État de Rivers, Nigéria, 5-7 novembre 1980. 27 p.

Agrawal, V.P., Kolattukudy, P.E. 1977. Biochemistry of suberisation. Plant Physiology, 59, 667-672.

Agueguia, A., Nzietchueng, S. 1984. Production des plantes hybrides et test de résistance du macabo (*Xanthosoma* spp. *sagittifolium*) causée par *Pythium myriotylum*. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Manhungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 173-175.

Ahouandjinou, N.K. 1983. In vitro and in vivo studies on screening methods for resistance to cassava anthracnose disease. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse.

Ahoussou, N., Toure, B. 1981. Étude de la variabilité créée par les caractéristiques de l'organe de multiplication végétative chez *Dioscorea alata*. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 188-190.

Akinlosotu, T.A. 1980. Incidence of the green spider mite and cassava mealybug in Nigeria. *In* Cassava production and extension in central Africa. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Proceedings Series 4, 129-135.

____ 1982. Report of investigations on the green spider mite (*Mononychellus tanajoa*) and the cassava mealybug (*Phenacoccus manihoti*) at the Institute of Agricultural Research and Training, Ibadan, Nigeria. *In* Proceedings of the international workshop on control of cassava mealybug and green spider mite, Umudike, Nigéria, mars 1982. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 40-46.

____ 1983. Studies on the control of the cassava mealybug (*Phenacoccus manihoti*) and the green spider mite (*Mononychellus tanajoa*) in south-western Nigeria. Journal of Root Crops, 9(1-2), 33-43.

Akinlosotu, T.A., Leuschner, K. 1981. Outbreak of two new cassava pests (*Mononychellus tanajoa* and *Phenacoccus manihoti*) in south-western Nigeria. Tropical Pest Management, 27(2), 247-250.

Akinrele, I.A. 1964. Fermentation of cassava. Journal of the Science of Food and Agriculture, 15, 589-594.

Akobundu, I.O. 1980. Weed control strategies for multiple cropping systems of the humid and subhumid tropics. *In* Akobundu, I.O., éd., Weeds and their control in the humid and subhumid tropics : proceedings of a conference held at the International Institute of Tropical Agriculture, 3-7 juillet 1978. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 79-100.

____ 1981. Weed interference and control in white yam (*Dioscorea rotundata* Poir). Weed Research, 21, 267-272.

____ 1981. Weed control in intercropping mixtures. *In* Pandeys, éd., Agronomy training manual for agroservice agronomists. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 223-227.

Akoroda, M.O. 1984. Perspectives de développement de nouvelles variétés d'igname blanche. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, p. 233 (résumé).

____ 1984. Variability, repeatability, character correlation and path coefficient analysis in yellow yam. Theoretical and Applied Genetics, 69, 217-221.

____ 1985. Dynamics of sprout emergence in Guinea yam. Journal of Agronomy and Crop Science, 154, 16-24.

Allard, R.W. 1960. Principles of plant breeding, John Wiley and Sons Inc., New York, NY, É.-U. p. 252-322.

Allen, E.J., O'Brien, P.J., Wurri, D.C.E. 1971. Physiological age : a summary of Potato Marketing Board sponsored research. University of Wales, Aberystwyth, R.-U. Rapport SY 233 DD, 3-6.

Anand, N. 1982. Selected markets for ginger and its derivatives with special reference to dried ginger. Institut des produits tropicaux, Londres, R.-U. 106 p.

Anderson, R., Bancroft, T.A. 1952. Statistical theory in research. McGraw-Hill Book Co., New York, NY, É.-U. p. 267-306.

Andrews, D.J., Kassam, A.H. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. *In* Stelly, M., éd., Multiple cropping. American Society of Agronomy, Madison, WI, É.-U. Special Publication 27, 1-10.

Anochilli, B.C. 1978. Food crop production. MacMillan and Co. Ltd, Londres, R.-U.

Anya, A.O. 1966. The structure and chemical composition of nematode cuticle : observations on some oxyurids and ascarids. Parasitology, 56, 179-198.

AOAC (Association des chimistes analytiques officiels). 1970. Official methods of analysis (11th ed.). AOAC, Washington, DC, É.-U.

Apel, P. 1984. Photosynthesis and assimilate partitioning in relation to plant breeding. *In* Vose, P.B., Blixt, S.G., éd., Crop breeding : a contemporary basis. Pergamon Press, Oxford, R.-U. p. 165-184.

Arene, O.B., Nwankiti, A.O. 1978. Sweet potato diseases in Nigeria. PANS (Pest Articles and News Summaries), 24(3), 294-305.

Arene, O.B., Okpala, E.U. 1981. Une maladie du taro, au Nigéria, causée par le *Corticium rolfsii*. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 250-257.

Arora, Y., Juo, A.S.R. 1982. Leaching of fertilizer ions in a kaolinitic ultisol in the high rainfall tropics : leaching of nitrates in field plots under cropping and bare fallow. Soil Science Society of America Journal, 46, 1212-1218.

Aruna, F., Vicente-Chandler, J., Rodriguez, J. 1979. Crop response to soil acidity factors in ultisols and oxisols in Puerto Rico : V — sweet potato. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 63, 250-267.

Asher, C.J., Edwards, D.G., Howeler, R.H. 1980. Nutritional disorders of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). University de Queensland, St. Lucia, Queensland, Australie. 48 p.

Ashokan, P.K., Vickraman-Nair, R., Kunan, T.M. 1984. Nitrogen and potassium requirements of rainfed sweet potato. Journal of Root Crops (Inde), 10, 17-21.

Atu, U.G. 1982. Population studies, pathogenicity and control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949 on *Dioscorea rotundata* Poir. Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria. Thèse de doctorat. 119 p.

Austin, M.E., Aung, L.H., Graves, B. 1970. The use of carbohydrates as an index of sweet potato maturity. *In* Proceedings of the 2nd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, 23-30 août 1979. Université d'Hawaii, Honolulu, HI, É.-U.

Badra, T., Steele, W.M., Caveness, F.E. 1980. The employment of a non-fumigant nematicide for control of the root-knot and lesion nematodes on yams and crop preservation in storage. Nematologica, 10(2), 81-85.

Bailey, A.G. 1956. A check list of plant diseases in Nigeria. Federal Department of Agricultural Research, Ibadan, Nigéria. Memo 96, 37 p.

Baker, E.F.I. 1978. Mixed cropping in Northern Nigeria: I — cereals and groundnuts. Experimental Agriculture, 14(4), 293-298.

Baker, E.F.I., Norman, D.W. 1975. Cropping systems in Northern Nigeria. *In* Proceedings of the cropping system workshop. Institut international de recherche sur le riz, Los Baños, Philippines.

Balandreau, J. 1986. Ecological factors and adaptive process in N2-fixing bacterial populations of the plant environment. Plant and Soil, 90, 73-92.

Balasubramanian, V., Price, M. 1984. Survey of farming systems in the Gisaka-Migongo region of Rwanda. Institut des sciences agronomiques du Rwanda, Butare, Rwanda. Rapport d'enquête, octobre 1984.

Balerdi, F.F. 1971. Response of sweet potato to various calcium salts applied to Providence silt loam and Slough very fine sandy loam soil : a dissertation. University Microfilms International, Londres, R.-U. 188 p.

Balzhiser, R.E., Samuels, M.R., Eliassen, J.D. 1972. Chemical engineering thermodyanamics. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, É.-U.

Banque mondiale. 1984. Rapport sur le développement dans le monde, 1984. Banque mondiale, Washington, DC, É.-U.

Bantilan, R.T., Harwood, R.R. 1973. Weed management in intensive cropping systems. Institut international de recherche sur le riz, Los Baños, Philippines. Exposé présenté au séminaire du samedi, 28 juillet 1973. [Ouvrage cité par Moody, K. 1980. Weed control in intercropping in Tropical Asia. *In* Akobundu, I.O., éd., Weeds and their control in the humid and subhumid tropics : proceedings of a conference held at the International Institute of Tropical Agriculture, 3-7 juillet 1978. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 101-108.

Baquar, S.R., Oke, O.L. 1976. Protein on Nigerian yams (*Dioscorea* spp.). Nutrition Reports International, 14(2), 237-248.

Barakat, M.Z., Shehab, S.K., Darwish, N., El-Zoheiry, A. 1973. A new titrimetric method for the determination of vitamin C. Analytical Biochemistry, 53, 245-251.

Baudin, P. 1956. Maladies parasitaires des ignames en Côte d'Ivoire. Revue de Mycologie (Paris), 21, 87-111.

Beck, B.D.A. 1971. The breeding goals in cassava breeding programmes in West Africa. The Ford Foundation, Lagos, Nigéria, 5 p.

Beck, B.D.A., Chant, S.R. 1958. A preliminary investigation of the effect of mosaic virus on *Manihot utilissima* Pohl in Nigeria. Tropical Agriculture (Trinidad), 35, 59-64.

Beck, B.O. 1960. Cassava trials on Moor Plantation. Ministère de la recherche agricole, Lagos, Nigéria. Rapport 1958-59.

Beckman, C.H. 1980. Defences triggered by the invader : physical defences. *In* Horsfall, J.G., Cowling, E.B., éd., How plants defend themselves. Academic Press Inc., New York, NY, É.-U. p. 225-245.

Been, B.O., Marriott, J., Perkins, C. 1975. Wound periderm formation in dashens and its effects on storage. *In* Proceedings of the Caribbean Food Crops Society, St. Augustine, Trinité-et-Tobago, juillet 1975. University of the West Indies, St. Augustine, Trinité-et-Tobago.

Bell, A. 1984. Teneurs en minéraux des tubercules d'igname crus, cuits à l'eau et sous forme de farine. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales - Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 160-163.

Berniac, M. 1974. Une maladie bacter de *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. Annales de Phytopathologie, 6, 197-202.

Blaine, R., Schulze, D.L. 1973. Modern mathematics and economic analysis. W.W. Norton and Co. Inc., New York, NY, É.-U.

Blaser, R.E., Brady, N.C. 1950. Nutrient competition in plant associations. Agronomy Journal, 42, 128-135.

Bock, K.R., Guthrie, E.J. 1978. African mosaic disease in Kenya. *In* Brekelbam, T., Belloti, A., Lozano, J.C., éd., Proceedings of the cassava protection workshop, 7-12 novembre 1977, Cali, Colombie. Centre international d'agriculture tropicale, Cali, Colombie. Série CIAT CE-14.

Boddy, R.M., Dobereiner, J. 1982. Association of *Azospirillum* and other diazotrophs with tropical graminae. *In* Non-symbiotic nitrogen fixation and organic matter in the tropics. Transactions of the 12th International Congress of Soil Science (New Delhi), 1, 28-47.

____ 1984. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals. *In* Subba Rao, N.S., éd., Current perspectives in biological nitrogen fixation. IBH Publishing Co., New Delhi, Inde. p. 277-313.

Boher, B., Daniel, J.-F., Fabres, G., Bani, G. 1983. Action de *Pseudotheraptus devastans* (Dist) (Het. Coreidae) et *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. dans le développement de chancres et la chute des feuilles chez le manioc. Agronomie, 3(10), 989-994.

Bolhuis, G.G. 1966. Influence of length of the illumination period on root formation in cassava, *Manihot utilissima* Pohl. Netherlands Journal of Agricultural Science, 24, 251-262.

Booth, R.H. 1973. Postharvest deterioration of tropical root crops : losses and their control. *In* Proceedings of the 2nd international congress on plant pathology, Minneapolis, Minnesota, 5-12 septembre 1973. American Phytopathological Society, St. Paul, MN, É.-U.

____ 1974. Post-harvest deterioration of tropical root crops : losses and their control. Tropical Science, 16(2), 49-63.

____ 1978. Storage. *In* Pest control in tropical root crops. PANS (Pest Articles and News Summaries), 4, 37-43.

Bortey, F. 1982. Yeast bread with three different preparations of sweet potatoes — cooked mashed, drum-dried and sun-dried. Département des sciences domestiques, Faculté d'agriculture, Université du Ghana, Accra, Ghana. Dissertation.

Boussienguet, J. 1986. Le complexe entomophage de la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* (Hom. Coccoidea Pseudococcidae) au Gabon : I — inventaire faunistique et relations trophiques. Annales de la Société entomologique de France, 22, 35-44.

Bouwkamp, J.C. 1983. Growth and partitioning in sweet potatoes. Annals of Tropical Research, 5, 53-60.

Bridge, J. 1972. Nematode problems with yams (*Dioscorea* spp.) in Nigeria, PANS (Pest Articles and News Summaries), 18(1), 89-91.

____ 1978. A review of plant parasitic nematodes associated with yams. Exposé présenté au séminaire international sur l'igname, Douala, Cameroon, 1-6 octobre 1978. 17 p.

Brouk, B. 1975. Plants consumed by man. Academic Press Inc. Ltd, Londres, R.-U.

Brouwer, R. 1977. Root functioning. *In* Landsberg, J.J., Cutting, C.V., éd., Environmental effects on crop physiology. Academic Press Inc. Ltd, Londres, R.-U. p. 229-247.

Brown, L.R. 1986. State of the world. W.W. Norton and Co., New York, NY, É.-U. 263 p.

Burkill, I.R. 1960. The organography and evolution of Dioscoriaceae, the family of yams. Botanical Journal of the Linnean Society, 56, 319-412.

Byrne, D.H. 1980. Studies of resistance to the mites *Mononychellus tanajoa* (Bondar) and *Mononychellus caribbeanae* (McGregor) in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Université Cornell, Ithaca, NY, É.-U. Thèse de doctorat.

Cabanillas, E., Martin, F.W. 1978. The propagation of edible yams from cuttings. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 62, 249-254.

Cameroun, Ministère de l'Agriculture. Annuaire des statistiques agricoles. Ministère de l'Agriculture, Yaoundé, Cameroun.

Cameroun, Ministère de la Planification et du Développement régional. 1981. Cameroun : cinquième plan quinquennal de développement, 1976-81. Ministère de la Planification et du Développement régional, Yaoundé, Cameroun.

Campbell, J.S. Chukwueke, V.O., Teriba, F.A., Ho-a-shu, H.V.S. 1962. Some physiological investigations into the white Lisbon yam (*Dioscorea alata* L.): II — growth period and out-of-season production. Empire Journal of Experimental Agriculture, 30, 232-238.

Campbell, J.S., Gooding, H.J. 1962. Recent development in the production of food crops in Trinidad. Tropical Agriculture (Trinidad), 39(4), 261-270.

Campman, T. 1965. Some investigations into factors limiting yields of the white Lisbon yam (*Dioscorea alata* L.) under Trinidad conditions. Tropical Agriculture (Trinidad), 42, 145-151.

Cannon, J.M. 1971. The effect of soil amendments and fertilizer applied to an Olivier silt loam on the soil reaction and the growth and productivity of centennial sweet potatoes : a dissertation. University Microfilms International, Londres, R.-U. 134 p.

Central Bank of Nigeria. 1983. Annual report and statement of account for 1983. Central Bank of Nigeria, Lagos, Nigéria.

Chandra, S. 1984. Tropical root crops statistics : a world perspective. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society of Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 41-46.

Chant, S.R. 1959. A note on the inactivation of mosaic virus in cassava (*Manihot utilissima* Pohl) by heat treatment. Empire Journal of Experimental Agriculture, 27, 55-58.

Chapman, H.W. 1958. Tuberization in the potato plant. Physiologia Plantarum, 11, 215.

Chapman, R. 1965. Some investigation into factors limiting yields in white Lisbon yam (*Dioscorea alata* L.) under Trinidad conditions. Tropical Agriculture (Trinidad), 42, 145.

Chinsman, B. 1982. Évaluation et choix de la technologie — le cas du traitement des racines et des tubercules. *In* Chinsman, B., éd., Compte rendu de l'atelier régional sur la production, le stockage, le traitement et la commercialisation des racines et tubercules en Afrique, Dakar, Sénégal, 22-26 novembre 1982. Centre régional africain de technologie, Dakar, Sénégal.

Christiansen, J.A., Thompson, N.R. 1977. The utilization of "bitter" potatoes in the cold tropics of Latin America. *In* Cock, J., MacIntyre, R., Graham, M., éd., Proceedings of the 4th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cali, Colombie, 1-7 août 1976. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-080e, 212-215.

CIAT (Centre international de la pomme de terre). Publication annuelle. Rapport annuel, CIAT, Cali, Colombie.

____ 1977. Cassava program, 1977 report. CIAT, Cali, Colombie.

CIP (Centre international de la pomme de terre). Publication annuelle. Rapport annuel. CIP, Lima, Pérou.

____ 1982. Potato world facts. CIP, Lima, Pérou.

Clerk, G.C., Caurie, M. 1968. Biochemical changes caused by some aspergillus species in root tubers of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Tropical Science, 10, 149-153.

CNRCIP (Programme national d'amélioration des plantes à tubercules au Cameroun). Publication annuelle. Rapport annuel. Institut de la recherche agronomique, Ekona, Cameroun.

____ Publication annuelle. Rapport technique annuel. Institut de la recherche agronomique, Yaoundé, Cameroun.

Coates-Beckford, P.L. 1977. Comparison of various treatments for the control of *Pratylenchus coffeae* in yam. Nematologica, 7(2), 20-26.

Cock, J.M. 1982. Cassava : a basic energy source in the tropics. Science (Washington, District de Columbia), 218, 755-762.

Collard, P., Levis, S. 1959. A two-stage fermentation of cassava. Nature (Londres), 183, 620-621.

Colombo, B., Felicett, L., Baglioni, C. 1966. Inhibition of protein synthesis in reticulocytes by antibiotics. Biochemica et Biophysica Acta, 119, 109-119.

Constantin, R.J., Jones, L.G., Hernandez, T.P. 1975. Sweet potatoe quality as affected by soil reaction (pH) and fertilizer. Journal of American Society of Horticultural Science, 100, 604-607.

Cooke, G.W., Jackson, M.V., Widdowson, F.V. 1954. Placement of fertilizers for potatoes planted by machines. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 44, 327-339.

Cooley, J.S. 1951. Origin of the sweet potato and primitive storage practices. Science Monthly, 72, 325-333.

Cooper, J.P. 1981. Physiological constraints to varietal improvement. *In* Genetics in plant breeding, Royal Society, Londres, R.-U. p. 431-440.

Correll, D.S., Schubert, B.G., Gentry, H.S., Hawley, W.O. 1955. The search for plant precursors of cortisone. Economic Botany, 9, 307-375.

Cottle, W., Kolattukudy, P.E. 1982. Abscisic acid stimulation of suberization. Plant Physiology, 70, 775-780.

Coursey, D.G. 1961. The magnitude and origins of storage losses in Nigerian yams. Journal of the Science of Food and Agriculture, 12, 574-580.

____ éd. 1967. Yams. Longman Group Ltd, Londres, R.-U. 230 p.

____ 1967. Yam storage : I — a review of yam storage practices and information on storage losses. Journal of Stored Products Research, 2(3), 229-244.

____ 1968. Low temperature injury in yams. Journal of Food Technology, 3(2), 143-150.

____ 1968. The edible aroids. World Crops, 20(3), 25-30.

____ 1984. Ressources des principales plantes-racines — leurs possibilités d'utilisation par l'homme, l'animal, l'industrie. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala,

Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 27-37.

Coursey, D.G., Fellows, L.E., Coulson, C.E. 1966. Respiration in yam tuber tissue. Nature (Londres), 210, 1292-1293.

Coursey, D.G., Nwankwo, F.I. 1968. Effects of insolation and of shade on the storage behaviour of yams in West Africa. Ghana Journal of Science, 8(1-2), 74-81.

Coursey, D.G., Russell, J.D. 1969. A note on endogenous and biodeterioration factors in the respiration of dormant yam tubers. International Biodeterioration Bulletin, 5(1), 27-30.

Dabrowski, Z.T. 1972. Methods in the study of plant resistance to spider mites. Zeszyty Problemowe Post, Nauki Rol., 129, 303-319.

Dahniya, M.T. 1981. Effets de l'effeuillage et de l'écimage sur les rendements en feuilles et en racines du manioc et de la patate douce. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 145-150.

Dalal, R.C. 1974. Effects of intercropping maize with pigeon peas on grain yield and nutrient uptake. Experimental Agriculture, 10, 219-224.

Daly, J.M., Catedral, F.F. 1971. The role of peroxidase isoenzymes in resistance to wheat stem rust disease. Plant Physiology, 48, 353-360.

Dart, P.J. 1986. Nitrogen fixation associated with non-legumes in agriculture. Plant and Soil, 90, 303-334.

Davies, D.D. 1979. The central role of phosphoenolpyruvate in plant metabolism. Annual Review of Plant Physiology, 30, 131-158.

de la Pena, R.S., Melchor, F.M. 1984. Water use and efficiency in lowland taro production. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 97-101.

de la Pena, R.S., Plucknett, D.L. 1967. Response of taro to N, P and K fertilization under upland and lowland conditions in Hawaii. *In* Proceedings of the 1st symposium of the International Society of Tropical Root Crops, St-Augustine, Trinité-et-Tobago, 2-8 avril 1967. University of the West Indies, St-Augustine, Trinité-et-Tobago.

Dean, K.G. 1972. Response of citrus seedlings, tomato, pepper and sweet potato plants to inoculation with endomycorrhizal fungi. Université de l'Illinois, Urbana-Champaign, IL, É.-U. Thèse de doctorat, 37 p.

Dobereiner, J. 1978. Influence of environmental factors on the occurrence of *Spirillum lipoferum* in soils and roots. Ecological Bulletin (Stockholm), 26, 343-352.

____ 1980. Forage grasses and grain crops. *In* Bergersen, F.J., éd., Methods for evaluating biological nitrogen fixation, John Wiley and Sons Inc., New York, NY, É.-U. p. 535-556.

Doku, E.V. 1965. Breeding for yield in cassava: I — indices for yield. Ghana Journal of Science, 5, 42-59.

____ 1981. Comment faire progresser la recherche sur les taros. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 237-241.

____ 1984. Production potentielle des principales plantes tropicales à racines et à tubercules. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 21-26.

Dubois, J., Mostade, J.M. 1973. La maladie des cierges du manioc provoquée par *Pseudotheraptus devastans* Dist. Bulletin d'information INERA (Institut national pour l'étude et la recherche agronomique), 1(1),2-13.

Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 28, 350.

Edmond, J.B., Ammerman, G.R. 1971. Sweet potatoes: production, processing, marketing. Avi Publishing, Westport, CT, É.-U. 334 p.

Edwards, D.G., Kang, B.T. 1978. Tolerance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to high soil acidity. Field Crops Research, 1, 337-346.

Eggum, B.O. 1970. The protein quality of cassava leaves. British Journal of Nutrition, 24, 761-768.

Eka, O.U. 1985. The chemical composition of yam tubers. *In* Osuji, G., éd., Advances in yam research. Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria.

Ekandem, M.J. 1962. Cassava in Nigeria: eastern Nigeria. Federal Department of Agricultural Research, Ibadan, Nigéria. Memo 42.

____ 1964. Cassava investigations carried out in Northern Nigeria. Federal Department of Agricultural Research, Ibadan, Nigéria. Memo 55.

Ekpere, J.A., Ikpi, A.E., Gleason, G.A., Gebreneskel, T. 1986. The place of cassava in Nigeria's food security, rural nutrition and farm income generation: a situation analysis for Oyo State, Nigeria. *In* IITA-UNICEF consultation on promotion of household food production and nutrition, 2-8 mars 1986. Fonds des Nations Unies pour l'enfance, New York, NY, É.-U. p. 42.

Elstner, E.F., Konze, J.R., Selman, B.R., Stoffer, C. 1976. Ethylene formation in sugar beet leaves. Plant Physiology, 58, 163-168.

Emehute, J.K.U. 1985. Sampling unit for cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Pseudococcidae) and its hymenopteran parasitoids in cassava agroecosystem. *In* The place of plant protection in rural agricultural development: 13th annual conference of the Nigerian Society for Plant Protection, Umudike, Nigéria, 3-8 mars 1985. Book of abstracts.

Ene, L.S.O., Okoli, O.O. 1985. Yam improvement: genetic considerations and problems. *In* Osuji, G.O., éd., Advances in yam research. Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria. p. 343-360.

Enyi, B.A.C. 1968. Growth of cocoyams (*Xanthosoma sagittifolium*). Indian Journal of Agricultural Science, 38, 627-633.

____ 1972. The effects of seed size and spacing on growth and yield of lesser yam (*Dioscorea esculenta*). Journal of Agricultural Science (Cambridge), 78, 215.

____ 1972. Effects of staking, nitrogen and potassium on growth and development in lesser yams (*Dioscorea esculenta*). Annals of Applied Biology, 72, 211.

____ 1977. Growth development and yield of some tropical root crops. *In* Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigéria, 2-9 décembre 1977. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

____ 1982. Effect of spacing on growth, development and yield of single and multiple spot plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz): II — physiological factors. East African Agricultural and Forestry Journal, 38(1) 27-34.

Enyinnia, T., Iloka, W.A., Okereke, H.E. 1983. The role of AERLS (Agriculture Extension and Research Liaison Services), Umudike, in transfer of agricultural technology. *In* Proceedings of the training workshop on rural agricultural extension. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. p. 118-122.

Ezedinma, F.O.C., Ibe, D.G., Onwuchuruba, A.I. 1981. Comportement du manioc en fonction des dates de plantation et de récolte. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 117-121.

Ezeh, N.O.A. 1980. The National Accelerated Food Production Project (NAFPP) — cassava/maize recommendations: a socio-economic survey of adopters in four states of Nigeria. Exposé présenté lors de la 3e conférence nationale sur la gestion, Port Harcourt, État de Rivers, Nigéria, 5-7 novembre 1980. 27 p.

____ 1980. Agricultural credit survey of small farmers in two villages in Oyo State of Nigeria. *In* Proceedings of the 4th National Accelerated Food Production Project national cassava workshop. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. p. 67-87.

Ezeh, N.O.A., Enyinnia, T., Arene, O.B. 1986. Managerial issues in the development of agriculture in four eastern states of Nigeria — the input constraints: an application of the organizational model. Exposé présenté lors de la 22e conférence annuelle de la Agricultural Society of Nigeria, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigéria, 1-3 septembre 1986.

Ezeike, G.O.I. 1984. An analysis of weight loss of stored yam (*Dioscorea* spp.) tubers. Canadian Agricultural Engineering, 26(2), 115-119.

____ 1985. Experimental analysis of yam (*Discorea* spp.) tuber stability in tropical storages. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 28(5), 1641-1645.

Ezeilo, W.N.O. 1978. Intercropping cassava in Africa. *In* Weber, E., Nestel, B., Campbell, M., éd., Intercropping with cassava: proceedings of an international workshop, Trivandrum, Inde, 27 November-1 December 1978. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-142e, 49-56.

Ezumah, H.C. 1980. Agronomic and related work on cassava production in Zaire. *In* Cassava production and extension in central Africa. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Proceedings Series 4, 51-69.

Ezumah, H.C., Okigbo, B.N. 1980. Cassava planting systems in Africa. *In* Weber, E.J., Toro, M.J.C., Graham, M., éd., Cassava cultural practices: proceedings of a workshop, Salvador, Bahia, Brésil, 18-21 mars 1980. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-151e, 44-49.

Ezumah, H.C., Plucknett, D.L. 1977. Response of taro (*Colocasia esculenta*) under dryland conditions in Fiji. Fondation internationale pour la science, Stockholm, Suède. Rapport provisoire, 167-182.

Fabres, G., Matile-Ferrero, D. 1980. Les entomophages inféodés à la cochenille du manioc, *Phenacoccus manihoti* (Hom. Coccoidea Pseudococcidae) en République populaire du Congo : I — les composantes de l'entomocoenose et leurs inter-relations. Annales de la Société entomologique de France, 16, 509-515.

Fagbamiye, A. 1977. Investigations of traditional mixed cropping and intercropping systems in the tropics. Département d'agronomie, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de doctorat.

FAO (Organisation pour l'alimentation et l'agriculture). Périodique. Perspectives de l'alimentation. FAO, Rome, Italie.

____Publication annuelle. Annuaire de la production. FAO, Rome, Italie.

____ 1968. Food consumption tables for use in Africa. FAO, Rome, Italie.

____ 1983. Résidus de pesticides dans les produits alimentaires. FAO, Rome, Italie. Plant Production and Protection Paper 56.

____ 1984. Rapport sur l'alimentation mondiale, 1984. FAO, Rome, Italie.

____ 1986. Role of roots, tubers and plantains in food security in sub-Saharan Africa. Rapport au Comité de la sécurité alimentaire mondiale, 11e séance, 9-11 avril 1986, Rome, Italie. FAO, Rome, Italie. 21 p.

Favier, J.C. 1977. Valeur alimentaire de deux aliments de base africains : le manioc et le sorgho. Travaux et documents de l'ORSTOM (Office de la recherche scientifique et technique outre-mer), 67.

____ 1980. Influence des techniques traditionnelles sur la valeur nutritionnelle du manioc et du sorgho. *In* Culture and technology: the conservation of foodstuffs cultivated in a hot, humid climate — proceedings of the 1st international symposium of technology (CIT), Yaoundé, Cameroun, 5-10 novembre 1979. Association des universités partiellement ou entièrement de langue française, Montréal, Québec, Canada. p. 195-223.

Favier, J.C., Chevassus, A., Gallon, G. 1971. La technologie traditionnelle du manioc au Cameroun: influence sur la valeur nutritive. Annales de la Nutrition et de l'Alimentation, 25(1).

Ferguson, T.U. 1972. The propagation of *Dioscorea* spp. by vine cuttings — a critical review. Tropical Root Tuber Crop Newsletter, 5, 4-7.

Fonseca, P.D., Leihner, D.E. 1983. Effects of planting densities and spatial arrangements of cowpea and groundnut intercropped with cassava on production and land use intensity. Acta Agronomica, 33, 17-27.

Fox, R.L., Hashimoto, R.K., Thompson, J.R., de la Pena, R.S. 1974. Comparative external phosphorous requirements of plants growing in tropical soils. Transactions of the 10th International Congress of Soil Science (Moscou), 4, 232-239.

Friend, J. 1979. Phenolic substances in plant disease. *In* Swain, T., Harbone, J.B., Van Sumere, C.F., éd., Biochemistry of plant phenolics. Plenum Press, New York, NY, É.-U. p. 557-588.

____ 1981. Plant phenolics, lignification and disease. Progress in Phytochemistry, 7, 197-261.

Gaitan, E. 1983. Le rôle d'autres goitrogènes naturels dans l'étiologie du goitre endémique. *In* Delange, F., Ahluwalia, R., éd., La toxicité du manioc et la thyroïde : recherches et questions de santé publique — Compte rendu d'un colloque, Ottawa, Canada, 31 mai-2 juin 1982. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-207f, 28-35.

Galliard, T. 1978. Lipolytic and lipoxygenase enzymes in plants and their action in wounded tissues. *In* Kahl, G., éd., Biochemistry of wounded plant tissues. Walter de Gruyter, Berlin, Allemagne. p. 154-201.

Galliard, T., Dennis, S. 1974. Phospholipase, galactolipase and acyl tranferase activities of a lipolytic enzyme from potato. Phytochemistry, 13, 1731-1735.

Garner, W.W., Allard, H.A. 1923. Further studies in photoperiodism: the response of the plant to relative length of day and night. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 23, 971-980.

Gebremeskel, T. 1986. Production, yield, utilization and trade of cassava in Africa. Section socio-économique, Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Rapport spécial. 38 p.

Ghuman, B.S., Lal, R. 1983. Mulch and irrigation effects on plant-water relations and performance of cassava and sweet potato. Field Crops Research, 7, 13-29.

Ghuman, B.S., Lal, R., Vanelsande, A. 1985. Effect of drought stress on water yam. International Journal of Tropical Agriculture, 3(1), 35-42.

Gifford, R.M., Thorne, J.H., Hitz, W.D., Giaguinta, R.T. 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. Science (Washington, DC), 225, 801-808.

Goffart, J.P. 1984. Contribution à l'étude de la variabilité de *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *manihotis*, agent de l'anthracnose du manioc. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique. Thèse.

Goldsworthy, P.R., Fisher, N.M., éd. 1984. The physiology of tropical field crops. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, R.-U.

Gonzalez, M.A., de Rivera, A.C. 1972. Storage of fresh yam (*Dioscorea alata* L.) under controlled conditions. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 56(1), 46-56.

Grafius, J.E. 1964. A geometry for plant breeding. Crop Science, 4, 241-246.

Hague, N.G.M. 1979. A technique to assess the efficacy of non-volatile menaticides against the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. Annals of Applied Biology, 93, 205-211.

Hague, N.G.M., Pain, B.F. 1973. The effect of organophosphoros compounds and oxime-carbamates on the potato cyst nematode *Heterodera rostochiensis* Woll. Pesticide Science, 4, 459-465.

Hahn, S.K. 1977. Sweet potato. *In* Aluim, P.T., Kuzlowski, T.T., éd., Ecophysiology of tropical crops. Academic Press Inc., New York, NY, É.-U. p. 273-248.

____ 1978. IITA's role in tropical agriculture with special reference to Programme national manioc, Zaïre. *In* Proceedings of the international workshop on the cassava mealybug. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Proceedings Series 1, 3-6.

____ 1979. Breeding cassava for resistance to cassava mosaic disease (CMD) and bacterial blight (CBB) in Africa. *In* Marait, H., Meyer, J.A., éd., Diseases of tropical food crops: proceedings of an international symposium, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique. p 211-212.

____ 1983. La recherche pour abolir les obstacles à la production et à l'utilisation du manioc en Afrique. *In* Delange, F., Ahluwalia, R., éd., La toxicité du manioc et la thyroïde : recherches et questions de santé publique — Compte rendu d'un colloque, Ottawa, Canada, 31 mai-2 juin 1982. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-207f, 99-109.

____ 1984. Tropical root crops: their improvement and utilization. Document fondé sur un exposé présenté lors d'une conférence organisée par les Offices agricoles du Commonwealth sur l'amélioration de la production agricole en Afrique, 13-17 février 1984, Arusha, Tanzanie. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Document de conférence n° 2, 28 p.

Hahn, S.K., Alvarez, M.N., Caveness, F.E., Ng, S.Y. 1983. Sweet potato improvement at the International Institute of Tropical Agriculture. *In* Root crops in the Caribbean: proceedings of the Caribbean regional workshop on tropical root crops, Kingston, Jamaïque, 10-16 avril 1983. University of the West Indies, St-Augustine, Trinité-et-Tobago. p. 93-97.

Hahn, S.K., Hozyo, Y. 1980. Sweet potato and yam. *In* Proceedings of the symposium on potential productivity of field crops under different environments, Los Baños, Philippines, 22-26 septembre 1980. Institut international de recherches sur le riz, Los Baños, Philippines.

Hahn, S.K., Kang, B.T., Ayanaba, A. 1981. Cassava varietal response to mycorrhizal fungi in phosphate deficient soils. *In* GIAM VI: Global impacts of applied microbiology. Academic Press Inc. Ltd, Londres, R.-U. p 128-132.

Hahn, S.K., Keyser, J. 1985. Cassava: a basic food of Africa. Outlook on Agriculture, 14, 95-100.

Hahn, S.K., Terry, E.R., Leuschner, K., Akobundu, I.O., Okali. C., Lal, R. 1979. Cassava improvement in Africa. Field Crops Research, 2, 193-226.

Hahn, S.K., Williams, R.J. 1973. Investigations on cassava in the Republic of Zaire. Rapport au ministre de l'Agriculture de la République du Zaïre, Kinshasa, Zaïre. 12 p.

Hansen, P. 1977. Carbohydrate allocation. *In* Landsberg, J.J., Cutting, C.V., éd., Environmental effects on crop physiology. Academic Press Inc. Ltd, Londres, R.-U. p. 247-258.

Hartmans, E.H. 1981. Land development and management in tropical Africa. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. 21 p.

Harvey, J., Jr. 1976. Decomposition of C14-oxamyl in water and soil. Exposé présenté à la réunion nationale de la American Chemical Society, Pesticide Chemistry Division, San Francisco, Californie, septembre 1976. American Chemical Society, Washington, DC, É.-U.

Hasekawa, K., Hashimoto, T. 1974. Gibberellin-induced dormancy and batatasin content in yam bulbils. Plant and Cell Physiology, 15, 1-6.

Hawkes, J.G. 1970. The conservation of short-lived, asexually propagated plants. *In* Frankel, O.H., Bennett, E., éd., Genetic resources in plants — their exploration and conservation. Oxford University Press, Londres, R.-U. p. 495-499.

Haynes, P.H., Spence, J.A., Walter, C.J. 1967. The use of physiological studies in the agronomy of root crops. *In* Proceedings of the 1st symposium of the International Society of Tropical Root Crops, St-Augustine, Trinité-et-Tobago,2-8 avril 1967. University of West Indies, St-Augustine, Trinité-et-Tobago. Volume 1 (section III), 1-17.

Hermann, W. 1980. Fundamentals of food chemistry. Avi Publishing, Westport, CT, É.-U.

Herren, H.R. 1981. Lutte biologique contre la cochenille du manioc. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 85-86.

____ 1982. Cassava mealybug: an example of international collaboration. Biocontrol News and Information (Offices agricoles du Commonwealth), 3,1.

Herren, H.R., Lema, K.M. 1982. CMB — first successful releases. Biocontrol News and Information (Offices agricoles du Commonwealth), 3, 185.

Herren, H.R., Neuenschwander, P., Hennessey, R.D., Hammond, W.N.O. 1986. Introduction and dispersal of *Epidinocarsis lopezi* (Hym., Encyrtidae), an exotic parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hom., Pseudococcidae), in Africa. Inédit (présenté à Agricultural Ecosystems and Environments).

Hill, W.A. 1984. Effect of nitrogen on quality of three major roots/tubers. *In* Hauck, R.D., éd., Nitrogen in crop production. American Society of Agronomy, Madison, WI, É.-U.

____ 1985. Sweet potatoes. *In* Plunknett, D.L., Sprague, H., éd., Detecting mineral nutrients deficiencies that affect production of temperate and tropical crops. Westview Press, Boulder, CO, É.-U.

Hill, W.A., Bacon, P. 1984. Fertilizer N use efficiency and associative N2-fixation with non-legumes. *In* Proceedings of the 6th international symposium on tropical root crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 533-542.

Hill, W.A., Bacon-Hill, P., Crossman, S.M., Stevens, C. 1983. Characterization of N2-fixing bacteria associated with sweet potato roots. Journal canadien de microbiologie, 29, 860-862.

Hill, W.A., Mortley, D.M., Crossmann, S.M. 1986. Fertilizer N dependent and independent sweet potato cultivars. *In* Proceedings of the 7th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Basse-Terre, Guadeloupe, France, 2-6 juin 1985. Société internationale pour les plantes-racines tropicales, Ibadan, Nigéria.

Hill, W.A., Rodney, P.B., Graham, L.A. 1981. Root-associated N2-fixation of sweet potato. *In* Gibson, A.H., Newton, W.E., éd., Current perspectives in nitrogen fixation. Australian Academy of Sciences, Canberra, Australie. p. 489.

Hitchcock, C., Nichols, B.W. 1971. Plant lipid biochemistry. Academic Press Inc., New York, NY, É.-U.

Hodek, I., Hagen, K.S., van Emden, H.F. 1972. Methods for studying effectiveness of natural enemies. *In* van Emden, H.F., éd., Aphid technology. Academic Press Inc. Ltd, Londres, R.-U. p. 147-188.

Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. Nature (Londres), 186, 22-24.

Holloway, P.J., Deas, A.H.B. 1973. Epoxyoctadecanoic acids in plant cutins and suberins. Phytochemistry, 12, 1721-1735.

Horton, D., Lynam, J., Knipscheer, H. 1984. Root crops in developing countries — an economic appraisal. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 4-39.

Hubbell, D.H., Gaskins, M.H. 1984. Associative N2-fixation with *Azospirillum*. *In* Alexander, M., éd., Biological nitrogen fixation — ecology, technology and physiology. Plenum Press, New York, NY, É.-U. p. 201-225.

Hunt, G.L.T. 1981. Cheap potato storage in the tropics. Ministère de l'Agriculture, Nairobi, Kenya. Bulletin, 1-2.

IBSRAM (International Board for Soil Research and Management). 1985. Tropical land clearing for sustainable agriculture network. IBSRAM, Jakarta, Indonésie. p. 47-48.

Ifenkwe, O.P. 1981. A review of the status of potato production in Plateau State of Nigeria. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. Research Bulletin 1, 1-3.

Ifenkwe, O.P., Nwokocha, H.N., Okonkwo, J.C., Tong, D.D. 1985. Some effects of cultural practices on yield improvements in the potato crop in Jos Plateau. Document présenté à la réunion du National Agricultural and Rural Development Committee/National Accelerated Food Production Project, Owerri, Nigéria, 5-9 mars 1985.

Ifenkwe, O.P., Odurukwe, S.O., Okonkwo, J.C., Nwokocha, H.N. 1985. Effects of maize and potato populations on tuber and grain yields, net income and land equivalent ratio in potato/maize intercropping. Document présenté à la conférence annuelle de la Agricultural Society of Nigeria, Moor Plantation, Ibadan, Nigéria, 4-7 août 1985.

Igben, M.S., Atinmo, T. 1985. Satisfaction of basic needs in Nigeria: the food and nutritional dimension. Rapport d'une étude commanditée par le Nigeria Institute of Social and Economic Research, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria.

Igbokwe, M.C. 1984. Croissance et développement de *Colocasia* et de *Xanthosoma* spp. en région de plateaux. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 176-178.

Igbokwe, M.C., Arene, O.B., Ndubuizu, T.C., Umana, E.E. 1984. Culture associée du taro et du plantain : effets sur le rendement et les maladies du taro. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 186-188.

Igbokwe, M.C., Ene, L.S.O., Okoli, O.O., Ogbuchi, M. 1983. Influence of seed-bed preparation on the yield of yams grown from minisetts. *In* Annual report, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. p. 39-40.

Igbokwe, M.C., Ogbonnaya, J.C. 1981. Rendement et absorption de l'azote par le taro d'après la fertilisation en azote et l'espacement des plants. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 267-270.

IITA (Institut international d'agriculture tropicale). Publication annuelle. Annual technical report. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

IIRR (Institut international de recherches sur le riz). Publication annuelle. Annual report. IIRR, Los Baños, Philippines.

Ike, I.F. 1982. Effect of water deficits on transpiration, photosynthesis and leaf conductance in cassava. Physiologia Plantarum, 55, 411-414.

Ikediobi, C.O. 1985. Biochemistry and physiology of yam storage. *In* Osuji, G.O., éd., Advances in yam research. Anambra State University for Technology, Enugu, Nigéria. p. 107-141.

Ikediobi, C.O., Oti, E. 1983. Some biochemical changes associated with postharvest storage of white yam (*Dioscorea rotundata*) tubers. Journal of the Science of Food and Agriculture, 34, 1123-1130.

Ikediobi, C.O., Snyder, H.E. 1977. Cooxidation of beta-carotene by an isoenzyme of soybean lipoxygenase. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 25(1), 124-127.

Ikeorgu, J.E.G., Wahua, T.A.T., Ezumah, H.C. 1984. Rendement d'associations complexes de cultures : le melon et l'okra avec une culture mixte de manioc et de maïs. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture en emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction

Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 65-68.

Ikpi, A.E., Gebremeskel, T., Hahn, N.D., Ezumah, H., Ekpere, J.A. 1986. Cassava — a crop for household food security : a 1986 situation analysis from Oyo Local Government Area, Nigeria. *In* IITA-UNICEF consultation on promotion of household food production and nutrition, 2-8 mars 1986. Fonds pour l'enfance des Nations Unies, New York, NY, É.-U. 113 p.

IOCU (Organisation internationale des unions de consommateurs). 1984. The pesticide handbook (profile for action). Organisation internationale des unions de consommateurs, Penang, Malaysie.

IRAT (Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières). Publication annuelle. Rapport annuel. IRAT, Paris, France.

____ 1967. Les moyens traditionnels de conservation des cultures vivrières au Nord-Cameroun. Le Cameroun agricole, pastoral et forestier, 108, 42-64.

Iritani, W.M. 1968. The effect of storage temperature and source on productivity of Russet Burbank seed. American Potato Journal, 45, 322-326.

Iritani, W.M., Weller, L.D., Knowles, N.R. 1983. Relationship between stem number, tuber set and yield of Russet Burbank potatoes. American Potato Journal, 60, 423-431.

Irizarry, H., Rivers, E. 1985. Nutrient uptake and dry matter production by intensively managed yams grown in an ultisol. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 69, 1-9.

IIRR (Institut international de recherches sur le riz).Publication annuelle.Annual report.IIRR, Los Baños, Phillipines.

Iswaran, V., Patil, B.D., Jaubri, K.S., Sen, A. 1980. A study of nitrogen fixation by bacteria in some non-leguminous plants. Zentralblatt fuer Bakteriologie, Abteilung II, 135, 392-395.

Iwueke, C.C., Mbata, E.N., Okereke, H.E. 1983. Rapid multiplication of seed yam by minisett technique. National Root Crop Research Institute, Umudike, Nigéria, Advisory Bulletin 9, 8 p.

Janick, J. 1981. Plant science: an introduction to world crops (3rd ed.). W.H. Freeman and Co., San Francisco, CA, É.-U.

Jennings, D.L. 1960. Observation on virus diseases of cassava in resistant and susceptible varieties: I — mosaic disease. Empire Journal of Experimental Agriculture, 28, 23-24.

Jennings, D.L. 1970. Cassava in Africa. Field Crops Abstract, 23, 271-277.

Johnson, G., Schaal, L.A. 1975. Accumulation of phenolic substances and ascorbic acid in potato tissue upon injury and their possible role in disease resistance. American Potato Journal, 34, 200-209.

Jones, M.J. 1971. The maintenance of soil organic matter under continuous cultivation at Samaru. Nigeria. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 77, 473-483.

Jones, W.O. 1959. Manioc in Africa. Stanford University Press, Stanford, CA, É.-U. 315 p.

____ 1972. Marketing staple food crops in tropical Africa. Cornell University Press, Ithaca, NY, É.-U.

Juo, A.S.R. 1980. Nitrogen profile in a kaolinitic alfisol under fallow and continuous cultivation. *In* Rosswale, T., éd., Nitrogen cycling in West African ecosystems: proceedings of a workshop at the international Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigéria, 11-15 décembre 1978. Programme des Nations Unies pour l'environnement, Stockholm, Suède. p. 181-189.

Kahl, G. 1978. Induction and degradation of enzymes in ageing plant storage tissues. *In* Kahl, G., éd., Biochemistry of wounded plant tissues. Walter de Gruyter, Berlin, RFA. p. 347-390.

Kalpage, F.S.C.P. 1976. Tropical soils: classification, fertility and management. MacMillan and Co. Ltd, Londres, R.-U.

Kamanzi, F. 1983. Situation de la culture du manioc en milieu rural : culture et sélection du manioc et de la patate douce au Rwanda. *In* Compte rendu des journées d'études, Rubona, Rwanda, 8-9 juin 1983. Institut des sciences agronomiques du Rwanda, Butare, Rwanda. p. 37-40.

Kang, B.T., Islam, R., Sanders, F.E., Ayanaba, A. 1980. Effect of phosphate fertilization and inoculation with VA-mycorrhiza fungi on performance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) grown on an alfisol. Field Crops Research, 3, 83-94.

Kang, B.T., Wilson, G.F. 1981. Effets de la densité de plantation du maïs et de l'apport d'azote sur les cultures mixtes de maïs–manioc. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique,

8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 137-141.

Karikari, S.K. 1971. Cocoyam cultivation in Ghana. World Crops, 23(3), 118-122.

Karikari, S.K. 1984. Le plantain dans la culture des plantes-raciness. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahunga, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 211-213.

Kawskami, K. 1970. Ageing of potato seed tubers affecting growth and productivity of subsequent plants. American Potato Journal, 47(9), 352-354.

Kay, D.E. 1973. Root Crops. Institut des produits tropicaux, Londres, R.-U. Crops and Products Digest 2.

Kays, S.J. 1985. The physiology of yield in sweet potato. *In* Bouwkamp, J.C., éd., Sweet potato products: a natural resource for the tropics. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, É.-U.

Keep, E. 1969. Accessory buds in the genus *Rubus* with particular reference to *Rubus idaeus* L. Annals of Botany (Londres), 33, 191-204.

Khurana, S.C., McLaren, J.S. 1982. The influence of leaf area, light interception and season on potato growth and yield. Potato Research, 25, 329-342.

Kiritani, K., Dempster, J.P. 1973. Different approaches to the quantitative evaluation of natural enemies. Journal of Applied Ecology, 10, 323-330.

Knipscheer, H.C., Wilson, J.E. 1980. Les systèmes de culture du taro au Nigéria. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 258-266.

Knowles, R. 1984. Free-living dinitrogen fixing bacteria. *In* Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R., éd., Methods of soil analysis: part 2 — chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, É.-U. Agronomy Monograph 9, 1071-1090.

Kolattukudy, P.E. 1978. Chemistry and biochemistry of the aliphatic components of suberin. *In* Kahl, G., éd., Biochemistry of wounded plant tissues. Walter de Gruyter, Berlin, RFA. p. 43-84.

Koli, S.E. 1973. Response of yam (*Dioscorea rotundata* Poir) to fertilizer application in northern Ghana. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 80(2), 245-249.

Kotama, T. 1962. Culture of sweet potato. *In* Encyclopedia of crops: root crop section. Yokendo, Tokyo, Japon.

Krijthe, X. 1958. Changes in the germination power of potato from the time of lifting onwards. Gnr. Potato Journal, 1, 69-72.

Kumar, D., Wareing, P.F. 1973. Studies on tuberization in *Solanum andigena*: I — evidence for the existence and movement of a specific tuberization stimulus. New Phytologist, 72, 283-287.

Kumar, M.C [illegible], Hrishi, N. 1979. Intercropping systems with cassava in Kerala State, India. *In* Weber, E., Nestel, B., Campbell, M., éd., Intercropping with cassava: proceedings of an international workshop, Trivandrum, Inde, 27 novembre-1er décembre 1978. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, IDRC-142e, 31-34.

Lal, R. 1981. Effets de l'humidité et de la compacité des sols sur le développement et la production de deux cultivars de manioc. *In* Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 110-116.

____ 1983. Soil erosion in the humid tropics with particular reference to agricultural land development and soil management. *In* Hydrology of humid tropical regions. Association internationale des sciences hydrologiques, Budapest, Hongrie. Publication n°140, 221-234.

Lal, R., Maurya, P.R. 1982. Root growth of some tropical crops in uniform columns. Plant and Soil, 68, 193-206.

Lame, B. 1982. Studies on screening methods for resistance of cassava to anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *manihotis*. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse.

Last, P.J., Draycott, A.P., Webb, D.J. 1981. Effect of green manure on yield and nitrogen requirement of sugar beet. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 97, 159-170.

Lehrer, R.I. 1969. Antifungal effects of peroxidase systems. Journal of Bacteriology, 99, 361-365.

Lema, K.M., Hennessey, R.D., Herren, H.R. 1984. Hypothèse d'un front de la cochenille du manioc : rôle des ennemis naturels indigènes. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 93-95.

Lema, K.M., Herren, H.R. 1985. Release and establishment in Nigeria of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 38, 171-175.

Lema, K.M., Herren, H.R., Neuenschwander, P. 1983. Impact of *Epidinocarsis lopezi* on the CM. *In* Annual report. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 119-120.

Leuschner, K. 1978. Preliminary observations on the mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) in Zaire and a projected outline for subsequent work. *In* Proceedings of the international workshop on the cassava mealybug. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Proceedings Series 1, 15-19.

____ 1978. Whiteflies: biology and transmission of African mosaic disease. *In* Brekelbam, T., Belloti, A., Lozano, J.C., éd., Proceedings of the cassava protection workshop, 7-12 novembre 1977, Cali, Colombie. Centre international d'agriculture tropicale, Cali, Colombie. Série CIAT CE-14.

____ 1982. Pest control for cassava and sweet potato. *In* Root crops in Eastern Africa: proceedings of a workshop, Kigali, Rwanda, 23-27 novembre 1980. Centre de recherches pour le développement international. Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-177e, 60-64.

Lionberger, H.F. 1960. Adoption of new ideas and practices. Iowa State University Press, Ames, IA, É.-U.

Loehr, B., Varela, A.M. 1982. The cassava mealybug *Phenacoccusmanihoti* Mat.-Ferr., in Paraguay: further information on occurrence and population dynamics of the pest and its natural enemies. *In* Hennessey, R.D., Herren, H.R., Bitterli, R., éd., Proceedings of a workshop on the biological control of the cassava mealybug and green spider mites in Africa, Ibadan, Nigéria, 6-10 décembre 1982. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Long, O.H., Sherbakoff, C.D. 1951. Effect of nitrogen on yield and quality of wheat. Agronomy Journal, 43, 320-321.

Longe, O.G., Famojuro, E.O., Oyenuga, V.A. 1977. Available carbohydrates and energy values of cassava, yam and plantain peels for chicks. West Africa Agriculture and Forestry Journal, 42, 408-418.

Lowe, S.B., Mahon, J.D., Hunt, L.A. 1976. The effect of daylenght on shoot growth and formation of root tubers in young plants of cassava (*Manihoti esculenta* Crantz). Plant Science Letters, 6, 57-62.

Lozano, J.C., Booth, R.H. 1976. Disease of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Centre international d'agriculture tropicale, Cali, Colombie. Série CIAT DE-5.

Lozanzo, J.C., Sequeira, L. 1974. Bacterial blight of cassava in Colombia: I — etiology. Phytopathology, 64, 74-82.

Lozano, J.C., Terry, E.R. 1977. Cassava diseases and their control. *In* Cock, J., MacIntyre, R., Graham. M., éd., Proceedings of the 4th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cali, Colombie. 1-7 août 1976. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-080e, 156-160.

Lutaladio, N.B., Ezumah, H.C. 1981. La récolte des feuilles de manioc au Zaïre. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : Stratégies de recherches pour les années 1980. Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 142-144.

Lyonga, S.N. 1976. Yam investigation studies in the highlands of Western Cameroon. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de doctorat.

____ 1979. Cocoyam production in Cameroon. Article présenté lors d'un séminaire sur les taros. Baybay, Leyte, Philippines, 24-25 septembre 1979. Fondation internationale pour la science, Stockholm, Suède. Rapport provisoire 5, 22 p.

Lyonga, S.N., Ayuk-Takem, J.A. 1984. Étude du comportement de la patate douce sur les hauts plateaux du Cameroun. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium international de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 197-200.

Lyonga, S.N., Fayemi, A.A., Agboola, A.A. 1974. Agronomic studies on edible yams (*Dioscorea* spp.) in the grassland plateau region of the United Republic of Cameroon. *In* Leakey, C.L.A., éd., Proceedings of

the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigéria, 2-9 décembre 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Maini, S.B., Lal, S.S. 1977. Influence of tetranychid spider mites attack on biochemical changes in cassava leaves. Journal of Root Crops, 3(1), 51-53.

Makambila, C. 1979. L'anthracnose du manioc en République populaire du Congo. *In* Maraite, H., Meyer, J.A., éd., Diseases of tropical food crops: proceedings of an international symposium. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique. p. 61-69.

Marchant, C.J. 1971. Chromosome variation in Aracea: II — Richardieae to Colocasieae. Kew Bulletin, 25, 47-56.

Martin, F.W. 1986. Starch-sugar transformation in sweet and staple type sweet potatoes. *In* Proceedings of the 7th symposium of International Society for Tropical Root Crops, Basse-Terre, Guadeloupe, France, 2-6 juin 1985. Société internationale pour les plantes-racines tropicales. Ibadan, Nigéria.

Martin, F.W., Deshpande, S.N. 1985. Sugars and starches in a non-sweet sweet potato compared to those of conventional cultivars. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 49(3), 401.

Martin, F.W., Gaskins, M.H. 1968. Cultivation of the sapogenin-bearing *Dioscorea* species. Ministère de l'Agriculture des États-Unis, Washington, DC, É.-U. Production Research Report 103, 19 p.

Martin, F.W., Ruberte, R. 1976. The polyphenol of *Dioscorea alata* tubers associated with oxidative browning. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 24, 67-70.

____ 1983. Sugars in staple type sweet potatoes as influenced by cooking technique. *In* Martin, F.W., éd. Breeding new sweet potatoes for the tropics: proceedings of a workshop of the American Society for Horticultural Science, Tropical Region, Mayaguez, Puerto Rico, 17-20 août 1983. American Society for Horticultural Science, St-Joseph, MI, É.-U. p. 136-138.

Matile-Ferrero, D. 1977. Une cochenille nouvelle nuisible au manioc en Afrique équatoriale. *Phenacoccus manihoti* n.sp. (Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae). Annales de la Société Entomologique de France, 13, 145-152.

____ 1978. Cassava mealybug in the People's Republic of the Congo. *In* Nwanze, K.F., Leuschner, K., éd., Proceedings of the international workshop on the cassava mealybug. *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Pseudococcidae), 26-29 juin 1977, M'vuazi, Zaïre. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. p. 29-46.

Matsushita, K., Uritani, I. 1975. Effects of cycloheximide, actinomycin D and ethylene on the increase and subsequent decrease in acide invertase activity in wounded sweet potato. Plant and Cell Physiology, 16, 203-210.

Mazumdar, S. 1980. Realistic food goals for Africa. Ceres. 1980 (juillet-août), 36-40.

McCann, D.J. 1977. Cassava utilization in agroindustrial systems. *In* Cock, J., MacIntyre, R., Graham, M., éd., Proceedings of the 4th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cali, Colombie. 1-7 août 1976. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-080e, 215-221.

Midmore, D.J. 1983. The use of mulch for potatoes in hot tropics. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. Circular I, volume II.

Miege, J. 1957. Influence de quelques caractères des tubercules de semence sur la levée et le rendement des ignames cultivées. Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée. 4(7-8), 315-342.

Miller, J.C., Hernandaz, T.P. 1970. The sweet potato as a world food crop and how research has improved its nutritional quality. *In* Proceedings of the 2nd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Honolulu, Hawaii, 23-30 août 1970. Université d'Hawaii, Honolulu, HI, É.-U.

Montaldo, A. 1972. La yuca, trabajo sobre este cultivo con especial referencia a Venezuela, Oficina de comunicaciones agricolas, Maracay, Aragua, Venezuela. 113 p.

Moody, K. 1980. Weed control in intercropping in tropical Asia. *In* Akobundu, I.O., éd. Weeds and their control in the humid and subhumid tropics: proceedings of a conference, Institut international d'agriculture tropicale, 3-7 juillet 1978. Institut international d'agriculture tropicale. Ibadan, Nigéria, p. 101-108.

Moody, K., Ezumah, H.C. 1974. Weed control in major tropical root and tuber crops — a review. PANS (Pest Articles and News Summaries). 20(3), 292-299.

Moreno, R.A., Hart, R.D. 1979. Intercropping with cassava in Central America. *In* Weber, E., Nestel, B., Campbell, M., éd., Intercropping with cassava: proceedings of an international workshop, Trivandrum, Inde. 27 nov. — 1er déc. 1978. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-142e, 17-24.

Morgan, W.B. 1959. The influence of European contacts on the landscape of southern Nigeria. Geographic Journal, 125, 48-64.

Morton, J.F. 1972. Cocoyams (*Xanthosoma caracu, X. atrovirens* and *X. nigrum*), ancient root and leaf vegetables gaining in economic importance. Proceedings of the Florida State Horticulture Society, 85, 85-94.

Mosse, B. 1986. Mycorrhiza in a sustainable agriculture. Biological Agriculture and Horticulture, 3, 191-209.

Mozie, O. 1983. Changes in crude protein content of yam (*Dioscorea* spp.) during storage in a conventional barn. Tropical Root and Tuber Newsletter, 14, 48-55.

____ 1983. The effect of growth regulating substances on bud regeneration and wound healing in white yam tubers stored in the conventional barn. *In* National symposium on the biochemistry of the yam tuber. Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria.

Muaka-Toko. 1981. Aspects of the biology of *Mononychellus tanajoa* (Bondar) infesting *Manihot esculenta* (Crantz) in southern Nigeria. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de maîtrise.

Muarya, P.R., Lal, R. 1981. Effects of different mulching materials on soil properties and on the root growth and yield of maize (*Zea mays*) and cowpeas (*Vigna inquiculata*). Field Crops Research, 4, 33.

Muimba, K.A. 1982. Predisposition of cassava plants to infection by *Colletotrichum manihotis* Henn. and some factors involved in the etiology of anthracnose disease. Département de biologie agricole, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de maîtrise.

Mukiibi, J. 1977. Synonymy in sweet potato virus diseases. *In* Cock, J., MacIntyre, R., Graham, M., éd., Proceedings of the 4th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cali, Colombie, 1-7 août 1976. Centre de recherches pour le développement international. Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-080e, 163-168.

Mutsaers, H.J.W. 1978. Mixed cropping experiments with maize and groundnuts. Netherlands Journal of Agricultural Science, 26, 344-353.

Muyolo, G. 1984. Studies on the interaction between *Xanthomonas campestris* pathovar. *manihotis* (Berthet & Bondar, 1915) Dye and *Colletotrichum gloesporiodes* f.sp. *manihotis* (Chevaugeon) on cassava and its effect on yield. Département de biologie agricole, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria.

NAS-NRC (National Academy of Sciences — National Research Council). 1971. Principles of plant and animal pest control: volume 2 — weed control. NAS-NRC. Washington, DC, É.-U. Publication 1595, 471 p.

Nasyrov, Y.S. 1978. Genetic control of photosynthesis and improvement of crop productivity: Annual Review of Plant Physiology, 29, 215-237.

Ndamage, G. 1984. Potentialités de production de la patate douce au Rwanda. *In* Terry, E.R., Doku, E.V. Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 193-196.

Nestel, B., Cock, J. 1976. Cassava: the development of an international research network. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-059e, 69 p.

Netter, H. 1969. Theoretical biochemistry. John Wiley and Sons Inc., New York, NY, É.-U. p. 245.

Nettles, V.F. 1960. Results of fertilizer trials with sweet potatoes. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 73, 179-193.

Neuenschwander, P., Hammond, W.N.O. 1986. The evolution of natural enemy activity following the introduction of the parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (Hym., Encyrtidae), against the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hom., Pseudococcidae), in southwestern Nigeria. Inédit (présenté à Environmental Entomology).

Neuenschwander, P., Hennessey, R.D., Herren, H.R. 1986. Food web of insects associated with the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Homoptera : Pseudococcidae) and its introduced parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (Hymenoptera: Encyrtidae), in Africa. Inédit (présenté au Bulletin of Entomological Research).

Neuenschwander, P., Madojemu, E. 1986. Mortality of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat.-Ferr. (Hom. Pseudococcidae), associated with an attack by *Epidinocarsis lopezi* (Hym. Encyrtidae). Mittielungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 59 (sous presse).

Neuenschwander, P., Schulthess, F., Madojemu, E. 1986. Experimental evaluation of the efficiency of *Epidinocarsis lopezi*, a parasitoid introduced into Africa against the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 42 (sous presse).

Ngeve, J.M., Roncadori, R.W. 1984. Effets de la mycorhize à vésicules et arbuscules, de la température et du phosphore sur la fusariose de la patate douce. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 201-206.

Nigeria, Federal Office of Statistics, 1978. Production of major crops. 1971/72-1975/76, in Nigeria, Federal Office of Statistics, Lagos, Nigéria, 11 p.

Nignucci, J.S., Torres-Lopez, R., Nepperly, P.R., Ramos-Busico, D. 1986. Field diseases of tropical yams (*Dioscorea* spp.) and their control in Puerto Rico. *In* Proceedings of the 7th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Basse-Terre, Guadeloupe, France, 2-6 juin 1985. Société internationale pour les plantes-racines tropicales, Ibadan, Nigéria.

NISPRI (Nigerian Stored Products Research Institute) 1982. Yam tubers and dried yams. NISPRI, Lagos, Nigeria. Advisory Booklet 2, 13 p.

Njoku, B.O., Igbokwe, M.C., Ohiri, A.C. 1984. Leaching losses and recovery of fertilizer nitrogen in cassava maize intercrop grown in lysimeters. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 298.

Njoku, E. 1963. The propagation of yams (*Dioscorea* spp.) by vine cuttings. Journal of the West African Science Association, 8, 29-32.

Njoku, E., Oyolu, C., Okonkwo, S.N.C., Nwoke, F.I.O. 1974. The pattern of growth and development in *Dioscorea rotundata* Poir. *In* Leakey, C.L.A., éd., Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigeria, 2-9 décembre 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

____ 1984. Pattern of growth and development in *Dioscorea rotundata* Poir. Tropical Agriculture (Trinidad), 61(1), 17-19.

Nkwocha, T. 1985. Agriculture as a surviving enterprise in Nigeria. Daily Times, Lagos, Nigéria, le mercredi 11 décembre 1985. p. 5.

Norman, D.W. 1974. Rationalizing mixed cropping under indigenous conditions: the example of Northern Nigeria. Journal of Development Studies, 2(1),3-21.

____ 1974. Crop mixtures under indigenous conditions in the northern part of Nigeria. Institute of Agricultural Research, Samaru, Zaria, Nigéria. Samaru Research Bulletin 205.

NRCRI (National Root Crops Research Institute). Publication annuelle. Annual report. NRCRI, Umudike, Nigéria.

Ntim, G. 1981. Effect of substituting parts of wheat flour by mashed sweet potatoes in the making of doughnut. Département de sciences domestiques, Faculté d'agriculture, Université du Ghana, Accra, Ghana. Dissertation.

Numfor, F.A. 1984. Amélioration de la méthode de préparation du fufu. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 114-116.

Nwankiti, A.O. 1986. Effects of sett-size and height of stakes in growth of a susceptible cultivar of *Dioscorea alata* and incidence and severity of anthracnose disease. *In* Proceedings of the 7th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Basse-Terre, Guadeloupe, France, 2-6 juin 1985. Société internationale pour les plantes-racines tropicales, Ibadan, Nigéria.

Nwankiti, A.O., Arene, O.B. 1978. Diseases of yam in Nigeria. PANS (Pest Articles and News Summaries), 24(4), 436-494.

Nwankiti, O.A., Okpala, E.-U. 1980. L'anthracnose de l'igname d'eau au Nigéria. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales. Stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 177-183.

Nwanze, K.F. 1982. Relationships between cassava root yields and infestations by the mealybug, *Phenacoccus manihoti*. Tropical Pest Management, 28, 27-32.

Nwanze, K.F., Leuschner, K., Ezumah, H.C. 1979. The cassava mealybug, *Phenacoccus* sp., in the Republic of Zaire. PANS (Pest Articles and News Summaries), 25(2), 125-130.

Nweke, F.I. 1981. Habitudes de consommation et leurs implications pour la recherche et la production en Afrique tropicale. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : Stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 94-100.

Nwinyi, S.C.O., Enwezor, W.O. 1985. Evaluation of fertilizer placement methods for white yam (*Dioscorea rotundata*). Experimental Agriculture, 21, 73-78.

Nwoke, F.I.O., Njoku, E., Okonkwo, S.N.C. 1984. Effect of sett size on yield of individual plants of *Dioscorea rotundata* Poir. Tropical Agriculture (Trinidad), 61(2), 99-101.

Nwosu, N.A. 1974. Some indigenous cropping systems of Eastern Nigeria. *In* Leakey, C.L.A., éd., Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigeria, 2-9 décembre 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

____ 1975. Recent developments in vegetative propagation of the edible yam (*Dioscorea* spp.). Exposé présenté lors de la 11e conférence annuelle de l'Agricultural Society of Nigeria, Enugu, Nigéria, 1-5 juillet 1975. 16 p.

Nwuzor, E.C. 1982. Identification, biology and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on edible yams (*Dioscorea* spp.) in Eastern Nigeria. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de doctorat, 234 p.

Nyiira, Z.M. 1972. Report of investigation on cassava mite. *Mononychellus tanajoa* (Bondar). Station de recherches de Kampala, Ministère de l'Agriculture, Kampala, Ouganda. 14 p.

Nzietchueng, S. 1983. Études sur la pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroun : I — symptomatologie et étiologie de la maladie. Agronomie tropicale, 38(4), 321-325.

____ 1983. Études sur la pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroun : II — quelques aspects de l'épidémiologie et moyens de lutte. Agronomique tropicale, 38(4), 326-330.

____ 1985. Genre *Xanthosoma* (macabo) et contraintes de production : cas particulier de la pourriture racinaire causée par *Pythium myriotylum* au Cameroun. Université de Yaoundé, Yaoundé, Cameroun. Thèse de doctorat d'État en sciences naturelles, 253 p.

Obert, E.P., Young, R.L. 1962. Elements of thermodynamics and heat transfer. McGraw-Hill Book Co., New York, NY, É.-U.

Obigbesan, G.O. 1973. The influence of potassium nutrition on the yield and chemical composition of some tropical root and tuber crops. *In* Potassium in tropical crops and soils: proceedings of the 10th colloquium of the International Potash Institute, Abidjan, Côte d'Ivoire, 1973. Institut international de la potasse, Berne, Suisse. p. 439-451.

____ 1977. Investigations in Nigerian root and tuber crops, effect of potassium on starch yields, HCN content and nutrient uptake of cassava cultivars. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 89, 29-34.

Obigbesan, G.O., Agbooka, A.A. 1973. Uptake and distribution of nutrients by yam (*Dioscorea* spp.) in Western Nigeria. Experimental Agriculture, 14, 349-355.

Obigbesan, G.O., Matuluko, E.D. 1977. Effect of potassium and bacterial blight on the yield and chemical composition of cassava cultivars. *In* Cock, J., MacIntyre, R., Grahm, M., éd., Proceedings of the 4th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cali, Colombie, 1-7 août 1976. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-080e, 185-188.

Odigbo, É.-U. 1983. Cassava: production, processing and utilisation. *In* Handbook of tropical foods. Marcel Dekker Inc., New York, NY, É.-U.

Odihirin, R.A. 1977. The role of plant-parasitic nematodes in storage and mobilization of some tubers and grains in drought situations. Exposé présenté lors de la conférence sur les conséquences de la sécheresse au Nigéria, Bagauda Lake Hotel, Kano, Nigéria, 18-20 avril 1977.

Odurukwe, S.O. 1983. Technology development and transfer: the NAFPP (National Accelerated Food Production Project) approach. *In* Proceedings of the training workshop on rural agricultural extension. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. p. 98-108.

Oelsligle, D.D. 1974. Nitrogen response by a corn-cassava intercropped system in the Atlantic coast of Costa Rica. *In* Agronomic-economic research on tropical soils. Université de l'État de la Caroline du Nord, Raleigh, NC, É.-U. p. 126-145.

Oelsligle, D.D., McCollum, R.E., Kang, B.T. 1976. Soil fertility management in tropical multiple cropping. *In* Stelly, M., éd., Multiple cropping. American Society of Agronomy, Madison, WI, É.-U. Special Publication 27, 275-292.

Okafor, N. 1966. Microbial rotting of stored yams (*Dioscorea* spp.) in Nigeria. Experimental Agriculture, 2(3), 179-182.

Okagami, N., Tanno, H. 1977. Dormancy in *Dioscorea*: generality of gibberellin-induced dormancy in asexual dormant organs. Plant and Cell Physiology, 18, 309-316.

Oke, O.L. 1967. Present state of nutrition in Nigeria World Review of Nutrition and Dietics, 8, 25-61.

____ 1978. Problems in the use of cassava as animal feed. Animal Feed Science and Technology, 3, 345-380.

Okeke, G.C. 1981. Pourridié des racines et pourriture pendant la conservation du taro, au Nigéria. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : Stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 242-245.

Okereke, H.E. 1980. Problems of technology transfer to Nigerian farmers. *In* Proceedings of the 4th National Accelerated Food Production Project national cassava workshop. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria.

____ 1983. The role of extension in technology development and transfer. *In* Proceedings of the training workshop on rural agricultural extension, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. p. 79-82.

____ 1983. Extension communication the international aspect. *In* Proceedings of the training workshop on rural agricultural extension, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. p. 39-45.

Okezie, C.E.A. 1981. Morphogenetic and growth analysis studies on the white Guinea yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) raised from seed. Université du Nigéria. Nsukka, Nigéria. Thèse de doctorat.

____ 1985. Indole-butyric acid as a pre-sprouting agent for growth and tuberization in *Dioscorea rotundata*. Tropical Agriculture (Trinidad), 62, 297-301.

Okezie, C.E.A., Nwoke, F.I.O., Okonkwo, S.N.C. 1986. Field studies on the growth pattern of *Dioscorea rotundata* Poir. propagated by seed. Tropical Agriculture (Trinidad), 63(1), 22-24.

Okigbo, B.N. 1971. Effect of planting dates on the yield and general performance of cassava (*Manihot utillissima* Phol.). Nigerian Agricultural Journal, 8, 115-122.

____ 1978. Cropping systems and related research in Africa. Association pour l'avancement en Afrique des sciences de l'agriculture, Addis-Ababa, Éthiopie. Publication hors-série OI I, 81 p.

____ 1979. Effects of methods of seed bed preparation and mulching on cassava yield. *In* Lal. R., éd., Soil tillage and crop production. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Proceedings Series 2, 75-92.

Okigbo, B.N., Greenland, D.J. 1976. Intercropping systems in tropical Africa. *In* Stelly, M., éd., Multiple cropping. American Society of Agronomy, Madison, WI, É.-U. Special Publication 27, 63-101.

Okoli, O.O. 1978. Stimulating axillary buds in yams (*Dioscorea* spp.). Experimental Agriculture, 14, 89-92.

____ 1980. Dry matter accumulation and tuber sprouting in yams (*Dioscorea* spp.). Experimental Agriculture, 16, 161-167.

Okoli, O.O., Igbokwe, M.C., Ene, L.S.O., Nwokoye, J.U. 1982. Rapid multiplication of yam by minisett technique. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. Research Bulletin 2, 1-12.

Okoli, O.O., Nwokoye, J.U., Udugwu, C.C. 1984. Indices économiques pour la sélection de clones et le croisement d'ignames. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B. Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales; culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 127-130.

Okoli, O.O., Wilson, G.F. 1984. Effect of stem cutback on yield and yield components of intercropped cassava. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou.

Okon, Y. 1984. Response of cereal and forage grasses to inoculation with N2-fixing bacteria. *In* Veeger, C., Newton, W.E., éd., Advances in nitrogen fixation research. Martinus Nijhoff, La Haye, Pays-Bas. p. 303-309.

Okon, Y., Albrecht, S.L., Burris, R.H. 1977. Methods for growing *Spirillum lipoferum* and for counting it in pure culture and in association with plants. Applied and Environmental Microbiology, 33, 85-88.

Okon, Y., Kapulnik, Y. 1986. Development and function of *Azospirillum*-inoculated roots. Plant and Soil, 90, 3-16.

Okonkwo, J.C. 1984. Assessment of potato cultivars stored in different storage environments. *In* Annual report. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria.

____ 1985. Assessment of post-harvest losses of potato cultivars stored in different storage environments. *In* Annual report. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria.

Okonkwo, S.N.C. 1985. The botany of the yam plant and its exploitation in enhanced productivity of the crop. *In* Osuji, G.O., éd., Advances in yam research: the biochemistry and technology of the yam tuber. Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria. p. 1-29.

Okonkwo, S.N.C., Nwoke, F.I.O., Njoku, E. 1973. Effect of age on the development of node cuttings of *Dioscorea bulbifera* l. *In* Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigeria, 2-9 December 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Okonmah, L.U. 1980. Rapid multiplication of yams. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Manual Series 5, 14-20.

Olakanpo, O. 1968. A statistical analysis of some determinants of entrepreneurial success: a Nigerian case study: Nigerian Journal of Economic and Social Studies, 10(2), 137-152.

Olayde, S.O., Indusogie, E.O. 1977. Post-harvest crop losses: the Nigerian case. Organisation de l'unité africaine, Addis-Ababa, Éthiopie. FAO/WHO/OAU Regional Special Paper 11.

Olorunda, A.O., Adesuji, S.A. 1973. A comparison between the barn and clamp methods of storing yams. Nigerian Stored Products Research Institute, Lagos, Nigeria. Technical Report 757.

Olorunda, A.O., McKelvie, A.D., Macklon, W.E.S. 1974. Effects of temperature and Chlorpropham on the storage of the yam. Journal of the Science of Food and Agriculture, 25, 1233-1238.

Onochie, S.I. 1983. The place of extension in agriculture and rural development in Anambra State. *In* Proceedings of the training workshop on rural agricultural extension. National Root Crops Research Institute. Umudike, Nigéria. p. 123-129.

Onwueme, I.C. 1973. The sprouting process in yam (*Dioscorea* spp.) tuber pieces. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 81, 375-379.

____ 1975. Tuber formation in yam (*Dioscorea* spp.): effect of moisture stress — contribution of parent sett. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 85, 267-269.

____ 1977. Field comparison of West African planting and harvesting practices in yam (*Dioscorea rotundata*) pre-sprouting dry season planting and double harvesting. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 88, 311-318.

____ 1978. The tropical tuber crops: yams, cassava, sweet potato, and cocoyams. John Wiley and Sons Inc., New York, NY, É.-U.

____ 1981. Stratégies de recherches pour l'amélioration de l'igname en Afrique. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan. Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada IDRC-163f, 184-187.

____ 1984. The place of edible aroids in tropical farming systems. *In* Chandra, S., éd., Edible aroids. Clarendon Press, Oxford, R.-U. p. 136-139.

Onwueme, I.C., Adegboye, Y., Ogunsemi, O. 1976. The rooting characteristics of yam and cowpea under field conditions. Nigeria Agriculture Journal, 13, 134-144.

Onwujiobi, J.O. 1983. Curing techniques for prolonging shelf life of yams. Higher Dip Agriculture Research Project, Federal School of Agriculture, Umudike, Nigéria. 28 p.

Onyenobi, F.I., Wright, D.J. 1981. The effect of Thionazin and Phorate on stored yams infested with the phytonematode *Scutellonema bradys*. Nigerian Journal of Parasitology, 1(2).

____ 1981. A comparative study of the effects of Thionazin and Phorate on *Scutellonema bradys* in vitro. Nigerian Journal of Parasitology, 2(1).

____ 1983. Chemical control of yam biodeterioration. Article présenté lors du symposium sur la biochimie du tubercule d'igname, sous les auspices de la Biochemical Society of Nigeria, Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria, 3-5 mai 1983.

Onyia, G.O.C., 1984. Quantitative cytochemical status of chilling injury in tubers of white yam (*Dioscorea rotundata* Poir). Université de Londres, Londres, R.-U. Thèse de doctorat.

Opute, F.I., Osagie, A.U. 1978. Fatty acid composition of total lipids from some tropical storage organs. Journal of the Science of Food and Agriculture, 29, 959-962.

Osei-Opare, A.F. 1985. The varied uses of sweet potatoes. Département de sciences domestiques, Faculté d'agriculture, Université du Ghana, Accra, Ghana. 84 p.

Osuji, G.O. 1984. Application de la thermodynamique à la conservation des tubercules d'ignames. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale des plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun, Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 145-148.

____ 1984. Biochemistry in the yam storage industry. Exposé présenté lors de la conférence annuelle de la Biochemical Society of Nigeria. Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria. Février 1984.

Osujii, G.O., Ory, R.L. 1986. The purine degradative pathway of the yam and sweet potato. Journal of Agriculture and Food Chemistry (sous presse).

Osuji, G.O., Umezurike, G.M. 1985. The biochemistry of yam tuber deterioration. *In* Osuji, G., éd., Advances in yam research. Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria, p. 259-276.

Oyenuga, V.A. 1968. Nigeria's foods and feeding-stuffs: their chemistry and nutritive value. Ibadan University Press, Ibadan, Nigéria.

Oyenuga, V.A., Fayemi, A.A., Ebong, U.U., Okigbo, B.N. 1971. Report of the study group on food crops and pastures. National Agricultural Development Committee, Federal Department of Agriculture, Lagos, Nigéria. p. 92-100.

Oyolu, C. 1983. The role of agricultural research in technology development and transfer. *In* Proceedings of the training workshop on rural agricultural extension. National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. p. 69-78.

Palmer, J.K. 1982. Carbohydrates in sweet potato. *In* Villareal, R.L., Griggs, T.O., éd., Sweet potatoes: proceedings of the 1st international symposium at the Asian Vegetable Research and Development Centre, Tainan, Taiwan, 23-27 mars 1981. Asian Vegetable Research and Development Centre, Tainan, Taiwan. Publication 82-172, 135-140.

Parkinson, S. 1984. The contribution of aroids in the nutrition of people in the South Pacific. *In* Chandra, S., éd., Edible aroids. Clarendon Press, Oxford, R.-U. p 215-224.

Parnell, F.R., King, H.E., Ruston, D.F. 1949. Jassid resistance and hairness of the cotton plant. Bulletin of Entomological Research, 39, 539-575.

Passam, H.C. 1977. Sprouting and apical dominance of yam tubers. Tropical Science, 19(1), 29-39.

____ 1982. Dormancy of yams in relation to storage. *In* Miege, J., Lyonga, S.H., éd., Yams (Ignames). Clarendon Press, Oxford, R.-U. p. 285-293.

____ 1982. GA dip slows yam decay: International Agricultural Development. 2(9), 10-11.

Passam, H.C., Noon, R.A. 1977. Deterioration of yams and cassava during storage. Proceedings of the Association for Applied Biology, 85, 346-440.

Passam, H.C., Read, S.J., Rickard, J.E. 1976. Wound repair in yam tubers: the dependence of storage procedures on the nature of the wound and its repair. Tropical Science, 18. 1-11.

____ 1976. Wound repair in yam tubers: physiological processes during repair. New Phytologist, 77, 325-331.

____ 1978. The respiration of yam tubers and its contribution to storage losses. Tropical Agriculture (Trinidad), 55(3), 207-214.

Paulino, L.A., Yeung, P. 1981. The food situation in sub-Saharan Africa: a preliminary assessment. *In* Food policy issues and concerns in sub-Saharan Africa. Institut international de recherche sur les politiques alimentaires, Washington, DC, É.-U.

Pearson, D. 1976. The chemical analysis of foods (7e éd.). Churchill Livingstone. Londres, R.-U.

Pegg, G.F. 1976. Endogenous auxins in healthy and diseased plants. *In* Heitefuss, R., Williams, P.H., éd., Physiological plant pathology. Springer-Verlag, Berlin, République fédérale d'Allemagne, p. 560-581.

Pfeiffer, H.J., Lyonga, S.N. 1980. Cameroon. *In* Root crops in eastern Africa: proceedings of a seminar, Kigali, Rwanda, 23-27 novembre 1980. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-177e, 89-94.

Phillips, J.M., Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, 55, 158-161.

Phillips, T.A. 1964. An agricultural notebook. Longman Group Ltd, Londres, R.-U.

____ 1985. Agricultural economics and root crops research. Exposé présenté lors du 3e séminaire sur les plantes-racines tropicales de l'Afrique de l'Ouest, Accra, Ghana, 22-26 juillet 1985.

Platon, P. 1971. Les produits vivriers au Cameroun. Marchés tropicaux et méditerranéens, 1325, 858-861.

Pleysier, J.L., Juo, A.S.R. 1981. Leaching of fertilizer ions in a ultisol from the high rainfall tropics: leaching through undisturbed soil columns. Soil Science Society of America Journal, 45, 754-760.

Plucknett, D.L., éd., 1970. Tropical root and tuber crops tomorrow. College of Tropical Agriculture. University of Hawaii, HI, É.-U. 2 volumes.

____ 1984. Tropical root crops in the Eighties. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou, p. 3-8.

Plucknett, D.L., de la Pena, R.S. 1971. Taro production in Hawaii. World Crops, 23(5), 244-249.

Plucknett, D.L., de la Pena, R.S., Obrero, F.P. 1970. Taro (*Colocasia esculenta* L. Schott): a review. Field Crops Abstracts, 23(4), 413-426.

Plumbey, R.A., Rees, D.P. 1983. An infestation by *Araecerus fasciculatus* (Degeer) (Colcoptera: Anthribidae) and *Decadarchis minuscula* (Walsingham) (Lepideoptera: Tineidae) on stored fresh yam tubers in south east Nigeria. Journal of Stored Products Research, 19(2), 93-95.

Pratt, H.K., Goeschl, J.D. 1969. Physiological roles of ethylene in plants. Annual Review of Plant Physiology, 20, 541-584.

Priestley, J.H., Woffenden, L.M. 1923. The healing of wounds in potato tubers and their propagation by cut sets. Annals of Applied Biology, 10, 96-115.

PRONAM (Programme national manioc). Rapport annuel de l'exercice financier. PRONAM, Kinshasa, Zaïre.

Puri, Y.P., Qualset, C.O., Williams, W.A. 1982. Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. Crop Science, 22(5), 927-931.

Purseglove, J.W. 1969. Tropical crops: dicotyledons. Longman Group Ltd, Londres, R.-U.

____ 1975. Tropical crops: monocotyledons. Longman Group Ltd, Londres, R.-U.

Rao, A.N., Tan, A.S. 1976. Shoot apex and bulbil development in *Dioscorea sansibarensis* Pax. Botanical Journal of the Linnean Society, 72, 285-293.

Rasper, V., Coursey, D.G. 1967. Properties of starches of some West African yams. Journal of the Science of Food and Agriculture, 18, 240.

Reeves, W.H. 1982. Tuber and root crops production. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. Manuel 9, 151-152.

Rhodes, J.M., Wooltorton, L.S.C. 1978. The biosynthesis of phenolic compounds in wounded plant storage tissues. *In* Kahl, G., éd., Biochemistry of wounded plant tissue. Walter de Gruyter, Berlin, République fédérale d'Allemagne. p. 243-286.

Rivera, J.R., Gonzalez, M.A., Cuevas-Ruiz, J. 1974. Sprout inhibition in yam by gamma irradiation. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 58, 330-337.

Rivera, J.R., Gonzalez, M.A., de Rivera, A.C., Cuevas-Ruiz, J. 1974. An improved method for storing yam (*Dioscorea alata*). Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 58, 456-465.

Robinson, H.F., Comstock, R.E., Harvey, P.H. 1949. Heritabilities in crops. Agronomy Journal, 31, 353-359.

Rosen, R. 1970. Dynamical system theory in biology. John Wiley and Sons Inc., New York, NY, É.-U.

Rosling, H. 1986. Cassava, cyanide, and epidemic spastic paraparesis: a study in Mozambique on dietary cyanide exposure. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala, Suède. 52 p.

Roy, R.N., Seetharaman, S., Singh, R.N. 1978. Fertilizer use research in India. Phosphorus in Agriculture, 74, 15-25.

Ruthenberg, H. 1976. Farming systems in the tropics (2e éd.). Clarendon Press, Oxford, R.-U. 366 p.

Sadik, S., Okereke, O.U. 1975. A new approach to improvement of yam *Dioscorea rotundata*. Nature (Londres), 254, 134-135.

Salako, E.A. 1983. The role of AERLS (Agriculture Extension and Research Liaison Services) in the transfer of agricultural technology in the northern states of Nigeria. *In* Proceedings of the training workshop on rural agricultural extension, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. p. 110-117.

Salunkhe, D.K. 1976. Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, É.-U. p. 8-11.

Sammy, G.M. 1970. Studies in composite flour: I — the use of sweet potato in bread and pastry making. Tropical Agriculture, 47, 125-155.

Sanders, F. 1976. What direction should be taken in future research at IITA on the role of mycorrhizas in crop nutrition? Rapport de l'Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. 68 p.

Santhirasegaran, K., Black, J.N. 1968. The relationship between light beneath wheat crops and growth of undersown clover. Journal of the British Grassland Society, 23, 234-239.

Saouma, E. 1981. A new food order for Africa. Ceres. 1981 (septembre-octobre). 22-26.

Sass, J.E. 1958. Botanical microtechnique. Iowa State University Press, Ames, IA, É.-U. 228 p.

Sauti, R.F.N. 1984. Incidence des variétés utilisées et de l'époque de plantation sur le rendement de la culture du manioc au Malawi. *In* Terry, E.R., Doku, E.V., Arene, O.B., Mahungu, N.M., éd., Plantes-racines tropicales : culture et emplois en Afrique — Actes du second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-221f, 51-52.

Schery, R.W. 1972. Plants for man. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, É.-U.

Shanmugavelu, K.G., Thamburaj, S., Shanmugan, A. 1972. Studies on the effect of time of planting and type of planting materials on the yield of sweet potato (*Ipomea batatas*). South Indian Horticulture, 20, 55-58.

Sharma, A.K. 1956. A new concept of a means of speciatio.ı in plants. Caryologia, 9, 93-130.

Sharma, O.P. 1976. Tuber versus bulbil of *Dioscorea glabra* — origin, development, sprouting and morphology. Phytomorphology, 26, 87-96.

Sheldon, V.L., McCune, D.L., Parish, O.H. 1984. Fertilizers in Africa's agricultural future. *In* Hawksworth, D.L., éd., Proceedings of the conference on advancing agricultural production in Africa. Offices agricoles du Commonwealth, Farnham Royal, R.-U. p. 163-169.

Shepers, A., Sibma, L. 1976. Yields and dry matter content of early and late potatoes as affected by mono and mixed cultures. Potato Research, 19, 73-90.

Short, J.L., Shotton, F.E. 1968. Comparison of the effects of different lighting regimes during tuber sprouting. Experimental Husbandry, 16, 93-98.

Shukla, P.T. 1976. Preliminary report on the green spider mite. *Mononychellus tanajoa* (Bondar) resistance in Tanzanian local cassava varieties. East African Agricultural and Forestry Journal, 42(1), 55-59.

Singh, A., Singh, N.P. 1974. *In* Proceedings of the FAI-FAO Seminar on optimising agricultural production under limited availability of fertilizers, New Delhi, Inde. Fertilizer Association of India, New Delhi, Inde. p. 289-312.

Singh, R., Ratique, M., Bains, G.S. 1953. Investigations on the preparation and use of sweet potato and groundnut cake flours in conjunction with wheat for leavened bread. India Journal of Agricultural Science, 23, 139-146.

Singh, T.P. 1982. The mealybug problem and its control. *In* Root crops in Eastern Africa: proceedings of a workshop, Kigali, Rwanda, 23-27 novembre 1980. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-177e, 70-72.

Sinha, S.K., Swaminathan, M.S. 1984. New parameters and selection criteria in plant breeding. *In* Vose, P.B., Blixts, S.G., éd., Crop breeding a contemporary basis. Pergamon Press, Oxford, R.-U. p. 1-31.

Sinthuprama, S. 1980. Cassava planting systems in Asia. *In* Weber, E.J., Toro M., J.C., Graham, M., éd., Cassava cultural practices: proceedings of a workshop, Salvador, Bahia, Brésil, 18-21 mars 1980. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ont., Canada. IDRC-151e, 50-53.

Sivan, P. 1980. Growth and development of taro (*Colocasia esculenta*) under dryland conditions in Fiji. Fondation internationale pour la science, Stockholm, Suède. Rapport provisoire. 167-182.

Smilde, W. 1978. Soil organic matter and organic manuring. Institute for Soil Fertility, Haren (G.R.), Pays-Bas.

Smit, J.J. 1967. Nematodes in yams. *In* Coursey, D.G., éd., Yams. Longman Group Ltd, Londres, R.-U. p. 115-120.

Smith, D.C. 1952. Heritability in some traits of pasture grasses. *In* Proceedings of the 6th International Grassland Congress, University Park, Pennsylvanie, 17-23 août 1952. Pennsylvania State University Press, University Park, PA, É.-U. p. 1579-1606.

Snyder, F.W., Carlson, G.E. 1984. Selecting for partitioning of photosynthetic products in crops. Advances in Agronomy, 37, 47-72.

Sobulo, R.A. 1972. Studies on white yam (*Dioscorea rotundata*): I — growth analysis. Experimental Agriculture, 8, 99-106.

Spence, J.A., Humphries, E.C. 1972. Effect of moisture supply, root temperature and growth regulators on photosynthesis of isolated leaves in sweet potato (*Ipomea batatas*). Annals of Botany, 36, 115-121.

Spiegel, M.R. 1972. Theory and problems of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York, NY, É.-U. p. 241-282.

Splittstoesser, W.E., Martin, F.W., Rhodes, A.M. 1973. The nutritional value of some tropical root crops. Proceedings of the Tropical Region of the American Society for Horticultural Science, 17, 290-294.

Stahmann, M.A., Clare, B.G., Woodbury, W. 1966. Increased disease resistance and enzymic activity induced by ethylene and ethene production by black rot infected sweet potato tissue. Plant Physiology, 14, 1505-1512.

Standt, W. 1925. Towards understanding of accessory buds. Botanische Abhandlungen, 7, 1-160.

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York, NY, États-Unis.

Stephens, D. 1969. The effect of fertilizer, manures and trace elements in continuous rotation in South Western Uganda. East African Agricultural and Forestry Journal, 34, 495-497.

Storey, H.H. 1936. Virus diseases of East African plants — VI. East African Agricultural Journal, 2, 34.

Storey, H.H., Nichols, R.F.W. 1938. Studies on the mosaic disease of cassava. Annals of Applied Biology, 25, 790-806.

Strong, R. 1982. On borrowed time in the Sahel. International agriculture, 1982 (avril), 32-33.

Subba Rao, N.S. 1983. Nitrogen-fixing bacteria associated with plantation and orchard plants. Journal canadien de microbiologie, 29, 863-864.

Sylvestre, P. 1973. Aspects agronomiques de la production du manioc à la ferme d'état de Mantsumba (Rép. pop. Congo). Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières, Paris, France. Rapport de mission, 35 p.

Talleyrand, H., Lugo-Lopez, M.A. 1976. Effect of five levels and three sources of N on sweet potato yields on an ultisol. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 60, 9-14.

Teri, J.M., Lubutti, R. 1984. Preliminary studies on tannia root rot in Tanzania. Exposé présenté lors du 2e séminaire sur les plantes-racines des régions de l'Afrique de l'Est et du Sud, Kampala, Ouganda, 10-14 décembre 1984.

Teri, J.M., Sijaona, M.E.R. 1985. Tannia leaf spot in Tanzania. Plant Pathology, 34, 636-637.

Terry, E.R. 1977. Factors affecting the incidence of cassava bacteria blight in Africa. *In* Cock, J., MacIntyre, R., Graham, M., éd., Proceedings of the 4th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, CIAT, Cali, Colombie, 1-7 août 1976. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-080e, 179-184.

____ 1981. Le manioc : écologie, maladies et productivité : stratégies de recherches. *In* Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 48-52.

Terry, E.R., Oduro, K.A., Caveness, F., éd., 1981. Stratégies de recherches pour les années 1980. *In* Plantes-racines tropicales : stratégies de recherches pour les années 1980 — Compte rendu du premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 8-12 septembre 1980, Ibadan, Nigéria. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-163f, 275-278.

Terry, E.R., Oyekan, J.O., 1976. Cassava diseases in Africa reviewed. Span, 19, 116-118.

Tewe, O.O. 1975. Implications of the cyanogenic glucosides fraction of cassava in the growth and reproductive performance of rats and pigs. Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria. Thèse de doctorat.

Tewe, O.O., Job, T.A., Looslı, J.K., Oyenuga, V.A. 1976. Composition of two local cassava varieties and the effect of processing on their hydrocyanic acid content and nutrient utilization by the rat. Nigerian Journal of Animal Production, 3(2), 60-66.

Tewe, O.O., Oke, O.L. 1983. Performance, carcass characteristics and economy of production of growing pigs on varying dietary cassava peel levels. Nutrition Reports International, 28, 235-243.

Tewe, O.O., Pessu, E. 1982. Performance and nutrient utilization in growing pigs fed cassava peel diets containing different levels of cyanide. Nutrition Reports International, 26, 51-58.

Theberge, R.L., éd. 1985. Les principaux ravageurs et maladies du manioc, de l'igname, de la patate douce et des aracées en Afrique. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. 108 p.

Thomas, H., Stoddart, J.C. 1980. Leaf senescence. Annual Review of Plant Physiology, 31, 83-111.

Thompson, A.K., Been, B.O., Perkins, C. 1973. Nematodes in stored yams. Experimental Agriculture, 9(3), 281-286.

____ 1974. Reduction of wastage in stored yams. *In* Leakey, C.L.A., éd., Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigéria, 2-9 décembre 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

____ 1977. Fungicidal treatment of stored yams. Tropical Agriculture (Trinidad), 54(2), 179-183.

Thorne, G. 1961. Principles of nematology. McGraw-Hill Book Co., New York, NY, É.-U. 553 p.

Timberlake, L. 1985. Africa in crisis: the causes, the cures of environmental bankruptcy. Earthscan, Londres, R.-U. 232 p.

Ting, S.V. 1956. Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total reducing sugars and fructose in citrus juices. Journal of Agricultural Food Chemists, 4, 263.

Tomiyama, K., Sakai, R., Otani, Y., Takemori, T. 1967. Phenol metabolism in relation to disease resistance of potato tuber. Plant and Cell Physiology, 8, 1-13.

Toro M., J.C., Atlee, C.B. 1980. Agronomic practices for cassava production: a literature review. *In* Weber, E.J., Toro M., J.C., Graham, M., éd., Cassava cultural practices: proceedings of a workshop, Salvador, Bahia, Brésil, 18-21 mars 1980. Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Ontario, Canada. IDRC-151e, 13-28.

Treche, S. 1980. Évolution au cours de la conservation des potentialités nutritionnelles de quelques espèces cultivées au Cameroun. *In* Culture and technology: the conservation of foodstuffs cultivated in a hot humid climate — proceedings of the 1st international symposium of technology (CIT), Yaoundé Cameroun, 5-10 novembre 1979. Association des universités partiellement ou entièrement de langue française, Montréal, Québec, Canada. p. 247-273.

Trenbath, B.R. 1976. Plant interactions in mixed crop communities. *In* Stelly, M., éd., Multiple cropping. American Society of Agronomy, Madison, WI, É.-U. Special Publication 27, 129-170.

Tsuno, Y., Fujise, K. 1963. Studies of the dry matter production of sweet potato. II — aspect of dry matter production in the field. Proceedings of the Crop Science Society of Japan, 31, 285-288.

____ 1964. Studies on the dry matter production of sweet potato: III — the relation between the dry matter production and the absorption of mineral nutrients. Proceedings of the Crop Science Society of Japan, 32, 297-300.

____ 1965. Studies of the dry matter production of sweet potato: IV — the effect of potassium on the dry matter production of sweet potato. Proceedings of the Crop Science Society of Japan, 33, 236-241.

____ 1968. Studies on the dry matter production of sweet potato: IX — the effect of deep placement of mineral nutrient on the tuber yield of sweet potato. Proceedings of the Crop Science Society of Japan, 37(2), 273-279.

Ugochukwu, E.N., Anosike, E.O. 1979. Effect of storage under nitrogen on ethanol, lactate, malate, and their dehydrogenases in yam tubers. Phytochemistry, 18, 1621-1624.

____ 1985. Studies on enzymes of carbohydrate metabolism in yams. *In* The place of plant protection in rural agricultural development: 13th annual conference of the Nigerian Society for Plant Protection, Umudike, Nigéria, 3-8 mars 1985. Book of abstracts, 88-89.

Unamma, R.P.A., Emezie, J.F. 1985. Critical period of weed interference in sweet potato intercropped with maize. *In* The place of plant protection in rural agricultural development: 13th annual conference of the Nigerian Society for Plant Protection, Umudike, Nigéria, 3-8 mars 1985. Book of abstracts, p. 88-89.

Unamma, R.P.A., Ene, L.S.O., Odurukwe, S.O., Enyinnia, T. 1986. Integrated weed management for cassava intercropped with maize. Weed Research, 26(1), 9-17.

Unamma, R.P.A., Odurukwe, S.O., Okereke, H.E., Ene, L.S.O., Okoli, O.O. 1985. Farming systems in Nigeria: report of the bench-mark survey of the farming systems of the eastern agricultural zone of Nigeria. Agriculture Extension and Research Liaison Services, National Root Crops Research Institute, Umudike, Nigéria. 14 p.

UNICEF (Fonds des Nations-Unies pour l'enfance). 1985. À portée de main : un avenir pour les enfants d'Afrique. UNICEF, New York, NY, É.-U.

Unny, K.L., Jerath, M.L. 1967. Parasitic nematodes on *Dioscorea* spp. in Eastern Nigeria. Plant Disease Reporter, 49(10).

Uriyo, A.P., Kesseba, A. 1973. Response of sweet potato (*Ipomoea batatas* Poir.) to phosphorus and potassium fertilizers on a red oxisol soil in Tanzania. *In* Potassium in tropical crops and soils: proceedings of the 10th colloquium of the International Potash Institute, Abidjan, Côte-d'Ivoire, 1973. Institut international de la potasse, Berne, Suisse. p. 495-497.

USDA (United States Department of Agriculture) Soil Survey Staff. 1975. Soil taxomony: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Government Printing Office. Washington, DC, É.-U. USDA. Handbook 436.

Uzozie, L.C. 1971. Patterns of crop combination in the three eastern states of Nigeria. Journal of Tropical Geography, 33, 62-72.

Vander Zaag, P., Fox, R.L. 1981. Field production of yams (*Dioscorea alata*) from stem cuttings. Tropical Agriculture (Trinidad), 58, 143-145.

van Lenteren, J.C. 1980. Evaluation of control abilities of natural enemies: does art have to become science? Netherlands Journal of Zoology, 30, 369-381.

Vose, P.B. 1983. Developments in nonlegume N2-fixing systems. Journal canadien de microbiologie, 29, 837-850.

Wahua, T.A.T., Miller, D.A. 1978. Relative yield components of intercropped sorghum and soybeans. Agronomy Journal, 70, 287-291.

Waitt, A.W. 1961. Yams. *In* Annual report 1959/60. Department of Agricultural Research, Lagos, Nigéria, p. 16-19.

____ 1963. Yams: *Dioscorea* species. Field Crops Abstracts, 16, 45-57.

Walter, W.J., Jr., Purcell, A.E., Nelson, A.M. 1975. Effects of amylolytic enzymes on "moistness" and carbohydrate changes of baked sweet potato cultivars. Journal of Food Science, 40, 793.

Wang, J.K., Carpenter, J.R., de la Pena, R.S. 1984. The potential of taro in some South Pacific Islands. *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou. p. 109-114.

Wang, J.K., Higa, S. 1983. Taro: a review of *Colocasia esculenta* and its potentials. University of Hawaii Press, Honolulu, HI, É.-U. 394 p.

Wareing, P.F. 1973. Hormones and tuberization. *In* Proceedings of the 3rd symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Ibadan, Nigéria, 2-9 décembre 1973. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Watanabe, I., Barraquio, W.L., De Guxman, M.R., Canbrera, D.A. 1979. Nitrogen-fixing (acetylene reduction) activity and population of aerobic heterophic nitrogen-fixing bacteria associated with wetland rice. Applied and Environmental Microbiology, 37, 813-819.

Watson, J.D. 1971. Investigations on the nutritive value of some Ghanaian foodstuffs. Ghana Journal of Agricultural Science, 4, 95-111.

____ 1979. Importing root crops from the South Pacific Islands for New Zealand markets. *In* Plucknett, D.L., éd., Small-scale processing and storage of tropical root crops. Westview Press, Boulder, CO, É.-U.

Whatley, T.B. 1975. Historical background of the world's leading horticultural crops: the sweet potato. Skinner Printing Co., Birmingham, AL, É.-U. p. 6.

Wholey, D.W., Cock, J.H. 1974. Onset and rate of root bulking in cassava. Experimental Agriculture, 10, 193-198.

Widdowson, F.V., Penny, A., Flint, R.C. 1974. Results from experiments measuring the effect of large amounts of fertilizer and farmyard manure on main-crop potatoes grown in sandy soil at Woburn, Bedfordshire. Journal of Agricultural Science (Cambridge), 82, 117-127.

Willey, R.W. 1979. Intercropping: its importance and research needs: 1 — competition and yield advantage. Field Crops Abstracts, 32(1), 1-10.

____ 1979. Intercropping: its importance and research needs: 2 — agronomy and research approaches. Field Crops Abstracts, 32(2), 73-85.

Wilson, J.E. 1984. Taro and cocoyam: what is the ideal plant type? *In* Chandra, S., éd., Edible aroids. Clarendon Press, Oxford, R.-U. p. 151-159.

Wilson, L.A. 1977. Root crops. *In* Aluim, P.T. et Kuzlowski, T.T., éd., Ecophysiology of tropical crops. Academic Press Inc., New York, NY, É.-U.

Wollum, A.G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms. *In* Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R., éd., Methods of soil analysis: part 2 — chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society America, Madison, WI, É.-U. Agronomy Monograph 9, 781-802.

Wood, T. 1965. The cyanogenic glucoside content of cassava products. Journal of the Science of Food and Agriculture, 16, 300-305.

——. 1966. The isolation, properties and enzymatic breakdown of linamarin from cassava. Journal of the Science of Food and Agriculture, 17, 85-90.

Wright, D.J. 1981. Nematicides: mode of action and new approaches to chemical control. *In* Zuckerman, B.M., Rhode, R.A., éd., Plant parasitic nematodes: volume 3. Academic Press Inc., New York, NY, É.-U. p. 421-449.

Wright, D.J., Blyth, A.R.K., Pearson, P.E. 1980. Behaviour of the systemic nematicide oxamyl in plants in relation to control of invasion and development of *Meloidogyne incognita*. Annals of Applied Biology, 96, 323-334.

Wright, D.J., Wommack, N. 1981. Inhibition of development of *Meloidogyne incognita* by root and foliar applications of oxamyl. Annals of Applied Biology, 97, 297-302.

Yamane, T. 1967. Statistics: an introductory analysis (2e éd.). Harper and Row, New York, NY, É.-U.

Yaseen, M. 1982. Exploration for *Phenacoccus manihoti* and *Mononychellus tanajoa* natural enemies: the challenge, the achievements. *In* Hennessey, R.D., Herren, H.R., Bitterli, R., éd., Proceedings of a workshop on the biological control of the cassava mealybug and green spider mites in Africa, Ibadan, Nigeria, 6-10 décembre 1982. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria.

Yayock, J.Y. 1980. Fertilizers and their application to crops in Nigeria. Fertilizer Use, 1, 99-100.

Yen, I.C., Ali, F., Yaseen, M. 1984. Investigations of *Mononychellus tanajoa* (Bondar) and the cyanogenic glucosides of cassava, *Manihot esculenta* (Crantz). *In* Proceedings of the 6th symposium of the International Society for Tropical Root Crops, Lima, Pérou, 21-26 février 1983. Centre international de la pomme de terre, Lima, Pérou.

PARTICIPANTS

Agbakoba, A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Agbo, F.M.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Agu, T.C., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Agueguia, A., Institut de la recherche agronomique, BP 13, Njombé, Cameroun
Akoroda, M.O., Département d'agronomie, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria
Almazan, A., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
Alozie, S., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Alvarez, M., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
Ambe, J., Institut de la recherche agronomique, B.P. 25, Ekona, Buea, Cameroun
Anioke, S.C., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Ano, A.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Anojulu, C., Ministère fédéral de l'Agriculture, BP 12613, Lagos, Nigéria
Appah, J., Département des sciences biologiques, Rivers State University of Science and Technology, Port Harcourt, Nigéria
Arene, O.B., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Azih, A., Ministère fédéral de l'Agriculture, Owerri, Nigéria
Bakare, B., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
Cambier, G., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
Chikwendu, C., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Chinaka, C., National Root Crops Research Institute, B.P. 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Chukwudi, A.E., Division de l'économie domestique, Federal School of Agriculture, National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Dorosh, P., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
Echendu, N., National Root Crops Research Institute, B.P. 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Eke, B., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Ekeocha, J.J.I., Imo River Basin Development Authority, BP 1301, Owerri, Nigéria
Ekpere, J., Département des services de vulgarisation agricole, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria
Eleje, I., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Eluagu, L.S., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Eme, J.C.U., Chiag Enterprises (Nigeria) Ltd, BP 1542, Owerri, Nigéria
Emehute, J., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Emereonye, L.E., Projet de développement agricole, Owerri, Nigéria
Ene, L.S.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Enyinnaya, A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Enyinnia, T., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Ezeike, G.O.I., Département de génie agricole, Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria
Ezulike, T.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Ezumah, H.G., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
Fiagan, Y.S., B.P. 2435, Dakar, Sénégal
Gebremeskel, T., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
George, C.A., Projet de développement agricole, BP 2875, Owerri, Nigéria
Hahn, S.K., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
Hammond, W.N.O., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria
Hill, W.A., Département des sciences agricoles, Université de Tuskegee, Tuskegee, AL, É.-U. 36088
Ibedu, M.A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Ifenkwe, O.P., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Igbokwe, M., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Igwilo, N.H., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria
Ikeorgu, J.E.G., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Ikongwa, R., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Ikpi, A., Département d'économie agricole, Université d'Ibadan, Ibadan, Nigéria

Imo, V., Imo State University, Owerri, Nigéria

Iweuke, C., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Kiala-Kiluei, N., Programme national manioc (PRONAM), B.P. 22, Mbuji-Mayi, Kasai-Oriental, Zaïre

Laogun, E.A., Faculté d'agriculture, Université d'Ile, Ife, Nigéria

Laveleh, A.S., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria

Lekwa, H., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Lema, K., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria

Lyonga, S.N., Institut de la recherche agronomique, BP 25, Ekona, Buea, Cameroun

Mabanza, J., Direction générale de la recherche scientifique et technique, BP 2499, Brazzaville, Congo

Madueke, C.O.N., Ministère du Commerce et de l'Industrie, Owerri, Nigéria

Makambila, C., BP 3011, Brazzaville, Congo

Mbanaso, A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Melifonwu, A.A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Mulindangabo, J., Institut des sciences agronomiques du Rwanda, BP 138, Butare, Rwanda

Ndombo Delo, Programme national manioc (PRONAM), BP 11635, Kinshasa, Zaïre

Nduaka, O., Projet de développement agricole, BP 1977, Owerri, Nigéria

Ngeve, J.M., Institut de la recherche agronomique, Nkolbisson, BP 2067, Yaoundé, Cameroun

Njoku, B.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nnodu, E.C., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nnoke, F., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Numfor, F.A., Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique, BP 1457, Yaoundé, Cameroun

Nwachukwu, E., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nwachukwu, P.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nwandikom, G.I., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nwankiti, A.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nwauzor, E., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nwigwe, J.C., School of Agriculture, Alvan Ikoku College of Education, BP 7010, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nwigwe, K., Imo State Agricultural Development Area Program Headquarters, BP 1977, Owerri, Nigéria

Nwinyi, S.C.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Nzietchueng, S., Institut de la recherche agronomique, BP 44, Dschang, Cameroun

Obi, W.U., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Ociti P'Obwoya, C., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria

Odongo, B., Station de recherche agricole de Serere, Soroti, Ouganda

Oduro, K.A., Département des sciences biologiques, Rivers State University of Science and Technology, BP 5080, Port Harcourt, Nigéria

Odurukwe, S.O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Offor, R.O.M., Shell Petroleum Development Company of Nigeria Ltd, Freeman House, 21/22 Marina, B.P. 2418, Lagos, Nigéria

Ofoegbu, C.A.E., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Ogbuehi, C.R.A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Oghuehi, S.N., Ministère fédéral de la Science et de la Technologie, 9, Kofo Abayomi Road, Victoria Island, Lagos, Nigéria

Ogidi, C.W., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Ohiri, A.C., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Ohuegbe, C., Projet de développement agricole, Owerri, Nigéria

Oji, M.A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Okeke, J.E., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Okeke, S., Alvan Ikoku College of Education, BP 1033, Owerri, Nigéria

Okezie, C.E.A., Département de botanique, Université du Nigéria, Nsukka, Nigéria

Okigbo, B.N., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria

Okogun, J.A., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria

Okoli, O., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Okoro, G., Imo State Agricultural Development Assistance Programme (ISADAP) Headquarters, BP 1977, Owerri, Nigéria

Okorocha, E., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Okoroji, C.N., Projet de développement agricole, Owerri, Nigéria

Okwuowulu, P.A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Oluh, G.U., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Omeire, I.O., Imo State Agricultural Development Area Program Headquarters, BP 1977, Owerri, Nigéria

Onwueme, I.C., School of Agriculture and Agricultural Technology, Federal University of Technology, BP 1526, Owerri, Nigéria

Onyekwere, P.S.N., National Root Crops Research Institute, Federal School of Agriculture, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Onyedobi, F.I., Department of Science Technology, Institute of Management and Technology, Enugu, Nigéria

Onyia, G.O.C., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Opeke, L.K., Federal University of Technology, BP 704, Akure, État d'Ondo, Nigéria

Opreh, J., Shell Petroleum Development Company of Nigeria Ltd, BP 230, Warri, Nigéria

Oriuwa, L., a/s Dr S.O. Odurukwe, National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Orkwor, G.C., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Oruche, A., Projet de développement agricole, Owerri, Nigéria

Osei-Opare, A.F., Département des sciences domestiques, Faculté d'agriculture, Université du Ghana, Legon, Accra, Ghana

Osiru, D.S.O., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria

Osuji, G.O., Département de biochimie appliquée, Anambra State University of Technology, Enugu, Nigéria

Oti, E., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Otim-Nape, G.W., Station de recherche agricole de Serere, Soroti, Ougenda

Pfeiffer, H., BP 537, Ngaoundere, Cameroun

Shiroishi, Y., Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), 11A Osborne Road, Ikoyi, BP 1282, Lagos, Nigéria

Taiwo, T.A., Lower Ogun-Oshun, Benin River Basin Development Authority, BP 2115, Abeokuta, Nigéria

Teri, J.M., Département d'agronomie, Sokoine University of Agriculture, BP 3005, Morogoro, Tanzanie

Terry, E., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Ibadan, Nigéria

Udealor, A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Ukpabi, J., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Ukpabio, G.E., National Oil and Chemical Marketing Company Ltd, BP 28, Port Harcourt, Nigéria

Unamma, M.N., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Unamma, R.P.A., National Root Crops Research Institute, BP 7006, Umudike, Umuahia, Nigéria

Utoh, N., Service national des semences, Ministère fédéral de l'Agriculture, Umudike, Umuahia, Nigéria

van der Bruggen, P., Laboratoire de phytopathologie, Université catholique de Louvain, 3, Place Crok Duzuo, Sc. 15 Do, B-1348, Louvain-La-Neuve, Belgique

Vanhaelen, C., Institut international d'agriculture tropicale, BP 5320, Oyo Road, Ibadan, Nigéria

Wahua, T.A.T., Rivers State University of Science and Technology, BP 5080, Port Harcourt, Nigéria